

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 1 0 月 1 6 日
Date of Application:

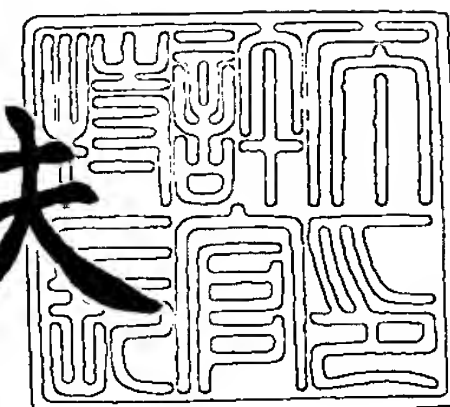
出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 3 0 2 2 3 5
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 2 - 3 0 2 2 3 5]

出 願 人 シャープ株式会社
Applicant(s):

2 0 0 3 年 8 月 4 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 0 6 2 2 0 6

【書類名】 特許願

【整理番号】 02J03076

【提出日】 平成14年10月16日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G11B 7/135
G02B 5/18

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内

【氏名】 西岡 澄人

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内

【氏名】 中野 郁雄

【特許出願人】

【識別番号】 000005049

【氏名又は名称】 シャープ株式会社

【代理人】

【識別番号】 100080034

【弁理士】

【氏名又は名称】 原 謙三

【電話番号】 06-6351-4384

【選任した代理人】

【識別番号】 100113701

【弁理士】

【氏名又は名称】 木島 隆一

【選任した代理人】

【識別番号】 100115026

【弁理士】

【氏名又は名称】 圓谷 徹

【選任した代理人】

【識別番号】 100116241

【弁理士】

【氏名又は名称】 金子 一郎

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 003229

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0208489

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光ピックアップ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

情報記録面上に厚さ t_1 の光透過層を備えた第 1 記録媒体の前記情報記録面に対して、波長 λ_1 の第 1 光ビームを集光して第 1 光スポットを形成することにより情報の記録又は再生が可能であり、かつ、情報記録面上に厚さ t_2 ($t_2 > t_1$) の光透過層を備えた第 2 記録媒体の前記情報記録面に対して、波長 λ_2 ($\lambda_2 > \lambda_1$) の第 2 光ビームを集光して第 2 光スポットを形成することにより情報の記録又は再生が可能な光ピックアップであって、

前記第 1 及び第 2 光ビームが入射することにより、入射した第 1 及び第 2 光ビームを回折させ、かつ、屈折させて出射する回折光学素子と、

回折光学素子から出射された第 1 及び第 2 光ビームのそれぞれ所定回折次数の回折光を、それぞれ前記第 1 及び第 2 記録媒体の情報記録面に対して集光して前記第 1 及び第 2 光スポットを形成する対物レンズとを備え、

前記第 1 光ビームと第 2 光ビームとが、互いに収束又は発散度合いの異なる光ビームとして前記回折光学素子に入射することを特徴とする光ピックアップ。

【請求項 2】

前記回折光学素子は、収束型の回折格子と、発散型のレンズとを備えることを特徴とする請求項 1 に記載の光ピックアップ。

【請求項 3】

前記回折光学素子に対して、前記第 1 光ビームが収束光で入射し、前記第 2 光ビームが発散光で入射することを特徴とする請求項 2 に記載の光ピックアップ。

【請求項 4】

前記対物レンズは、前記回折光学素子から出射された第 1 及び第 2 光ビームのそれぞれ 2 次及び 1 次回折光を、それぞれ前記第 1 及び第 2 記録媒体の情報記録面に対して集光して前記第 1 及び第 2 光スポットを形成することを特徴とする請求項 1 から 3 の何れか 1 項に記載の光ピックアップ。

【請求項 5】

前記対物レンズは、前記回折光学素子から出射された第 1 及び第 2 光ビームのそれぞれ 3 次及び 2 次回折光を、それぞれ前記第 1 及び第 2 記録媒体の情報記録面に対して集光して前記第 1 及び第 2 光スポットを形成することを特徴とする請求項 1 から 3 の何れか 1 項に記載の光ピックアップ。

【請求項 6】

前記回折光学素子は、鋸歯状又は階段状の断面形状を有する回折格子を有していることを特徴とする請求項 1 から 5 の何れか 1 項に記載の光ピックアップ。

【請求項 7】

前記回折光学素子は、屈折面に回折格子が形成されていることを特徴とする請求項 1 から 6 の何れか 1 項に記載の光ピックアップ。

【請求項 8】

前記回折光学素子と前記対物レンズとが、一体駆動することを特徴とする請求項 1 から 7 の何れか 1 項に記載の光ピックアップ。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、記録媒体に情報を記録、又は記録媒体から情報を再生するための光ピックアップに関し、特に、光入射面から情報記録面に至る光透過層の厚さや、最適な再生信号の得られる波長の異なる記録媒体に対して、情報を記録又は再生するために好適な光ピックアップに関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

従来、例えば DVD (digital video disc) 等の光ディスク（光記録媒体）から記録情報を読み取り可能な光学式ディスクプレーヤ（光学式記録再生装置）がある。最近では、容量 4. 7 GB の DVD が市場に導入されているが、さらに高密度な光ディスクへの要求が強く、その実現に向けた検討が進んでいる。記録密度の向上には、よく知られているように読み取りに使用する光の短波長化、及び対物レンズの高 NA 化が有効である。

【0 0 0 3】

現在、次世代高密度光ディスクを再生するための光ピックアップでは、対物レンズの開口数(Numerical Aperture : NA)が従来のDVDにおける0.6から0.85に引き上げられるとともに、使用する光の波長が従来のDVDにおける650 nmから405 nmに短波長化されることにより、絞り込みスポットが微小化され、高記録密度化が図られている。

【0004】

ところで、対物レンズのNAを大きくすると光ディスクが傾いたときに発生するコマ収差が急激に増大するため、絞り込みスポットの集光特性が劣化しやすくなるという問題点がある。光ディスクの傾きにより発生するコマ収差は、光ディスクにおける光入射面から情報記録面に至る光透過層の厚さに比例するため、光ディスクの光透過層を薄くすることにより対物レンズのNAを大きくすることにもなうコマ収差の増大を抑制することが可能である。この考え方に基づいて、次世代高密度光ディスクにおいては、光透過層を従来のDVDにおける0.6 mmから0.1 mmに薄型化することが提案されている。

【0005】

ここで、次世代高密度光ディスクには、現在広く普及している従来のDVDとの互換性の確保が求められる。つまり、次世代高密度光ディスクを再生するための光学式ディスクプレーヤーは、現在のDVDをも再生できることが必要となる。

【0006】

しかし、使用する光の波長や、光ディスクの光透過層の厚さが異なると、光ディスクの互換性の確保が困難になるという問題がある。通常、対物レンズは、特定の光ディスクの光透過層厚さ、及び使用する光の波長を想定して設計されているため、光透過層厚さや使用する光の波長が大きく異なる光ディスクに対しては、絞り込みスポットに球面収差が発生し、絞り込みスポットの集光特性が劣化するからである。

【0007】

従来、使用する光の波長が異なり、光透過層が同じ厚さの光ディスクを再生するための光ピックアップに関する技術が、例えば、特許文献1に開示されている。この技術においては、それぞれ405 nm及び650 nmの波長の光（それぞ

れ青色光及び赤色光) を発する 2 つの光源、並びに青色光を光透過層厚さが 0.6 mm の光ディスクに集光することができる回折光学素子及び対物レンズを設けて構成されている。そして、何れの波長の光も平行光で回折光学素子に入射するように構成されており、青色光については回折光学素子による 2 次回折光を利用し、赤色光については 1 次回折光を利用することにより、異なる 2 つの波長の光に対して十分な回折効率を得ることができ、また、赤色光に対して発生する球面収差を補正することができるようになっている。

【 0 0 0 8 】

【特許文献 1】

特開 2 0 0 1 - 9 3 1 7 9 号公報 (公開日 2 0 0 1 年 4 月 6 日)

【 0 0 0 9 】

【発明が解決しようとする課題】

上記特許文献 1 に開示された技術を、互いに厚さの異なる光透過層を有する光ディスク、すなわち、次世代高密度光ディスク (光透過層厚さ 0.1 mm)、及び従来の DVD (光透過層厚さ 0.6 mm) に適応させた場合の問題点を以下に示す。

【 0 0 1 0 】

一般に、記録密度の異なる光ディスクに対応可能な光ピックアップ (互換型光ピックアップ) では、より記録容量の多い光ディスクに対して収差が補正された対物レンズが用いられる。したがって、上記次世代高密度光ディスクと、従来の DVD とに対応可能な互換型光ピックアップでは、次世代高密度光ディスクに対して対物レンズの収差が補正されることになる。この対物レンズを、次世代高密度光ディスクとは光透過層の厚さが異なる従来の DVD にそのまま使用すると、球面収差が増大して記録再生できなくなる。

【 0 0 1 1 】

この問題を解消するためには、従来の DVD を記録再生する際に、上記対物レンズに発散光を入射させ、光透過層が厚いために発生する球面収差をと逆向きの収差を発生させることにより補正することが考えられる。

【 0 0 1 2 】

つまり、厚さの異なる光透過層を有する光ディスクを記録再生するためには、それぞれに対応する波長の光の収束・発散度合いを変えて対物レンズに対して入射させることになる。一般に、対物レンズに対して入射させる光の収束・発散の度合い、すなわち、対物レンズへの入射する光の収束・発散角度の角度差は、光透過層の厚みの差が大きいほど、大きくなる。このように、厚さの異なる光透過層を有する光ディスクを互換可能にするためには、対物レンズへ入射する光の上記角度差が大きくなる点が、同じ厚さの光透過層を有する光ディスクを互換可能にする場合と異なる。

【 0 0 1 3 】

上記次世代高密度光ディスクと、従来の DVD との互換を実現するためには、回折光学素子に対し、赤色光、青色光ともに平行光を入射させた場合、光透過層の厚みの差が大きいために発生する球面収差を補正するのに必要となる、青色光の回折角と赤色光の回折角との角度差を約 2 から 3° に大きくする必要がある。ここで、回折光学素子における回折格子のピッチと上記角度差との関係は、図 1 1 のグラフのようになる。図 1 1 より、上記角度差を約 2 から 3° にするためには、回折格子のピッチを 3.5 から 4.5 μm の細かい幅にする必要があることがわかる。

【 0 0 1 4 】

また、一般に、対物レンズ（無限系の対物レンズ）は無限遠方から来た青色光に対して最適化されているため、回折光学素子から出射した光を平行光にする必要がある。そのために、回折光学素子において、回折面で曲げられた青色光を屈折面（回折光学素子の対物レンズ側の面）で平行光にする必要がある。なお、こうすることにより、回折光学素子と対物レンズとの位置ずれによる収差の発生を防止することもできる。

【 0 0 1 5 】

そこで、回折光学素子に対して平行光で入射した青色光が回折光学素子を通過後も平行光となる場合の、回折格子のピッチと回折光学素子の屈折面の曲率半径との関係を図 1 2 に示す。なお、図 1 2 に示した関係は、有効半径が 2 mm の対物レンズを使用する光ピックアップにおける回折光学素子の場合である。また、

回折光学素子の屈折面は球面とする。図12より、回折格子のピッチを上記の3.5から4.5 μm とするためには、回折光学素子の屈折面の曲率半径を2.2 mm以下にする必要があることがわかる。

【0016】

しかし、対物レンズの有効半径が2 mmであることから、回折光学素子の有効径も2 mmとなるため、曲率半径が2.2 mm以下の屈折面はほぼ半球となり、作製が不可能、あるいは実質上使用が不可能となる。また、屈折面を非球面にしたとしても、曲率半径が極端に小さいため、作製が困難であり、また、作製できたとしても、軸上の集光特性は何れの光ディスクの場合も0.018 λ (rms) と大きくなってしまう。

【0017】

本発明は、上記の問題点に鑑みてなされたものであり、その目的は、光透過層の厚さ及び再生に最適な波長の異なる記録媒体に対して、情報の記録又は再生が可能であるとともに、作製しやすく、かつ、集光する光ビームの収差を十分に小さくすることができる光ピックアップを提供することにある。

【0018】

【課題を解決するための手段】

本発明の光ピックアップは、情報記録面上に厚さ t_1 の光透過層を備えた第1記録媒体の前記情報記録面に対して、波長 λ_1 の第1光ビームを集光して第1光スポットを形成することにより情報の記録又は再生が可能であり、かつ、情報記録面上に厚さ t_2 ($t_2 > t_1$) の光透過層を備えた第2記録媒体の前記情報記録面に対して、波長 λ_2 ($\lambda_2 > \lambda_1$) の第2光ビームを集光して第2光スポットを形成することにより情報の記録又は再生が可能な光ピックアップであって、上記の課題を解決するために、前記第1及び第2光ビームが入射することにより、入射した第1及び第2光ビームを回折させ、かつ、屈折させて出射する回折光学素子と、回折光学素子から出射された第1及び第2光ビームのそれぞれ所定回折次数の回折光を、それぞれ前記第1及び第2記録媒体の情報記録面に対して集光して前記第1及び第2光スポットを形成する対物レンズとを備え、前記第1光ビームと第2光ビームとが、互いに収束又は発散度合いの異なる光ビームとして

前記回折光学素子に入射することを特徴としている。

【 0 0 1 9 】

上記の構成のように、互いに厚さの異なる光透過層を備えた第 1 及び第 2 記録媒体の情報記録面に対して、互いに波長の異なる第 1 及び第 2 光ビームの回折光を共通の対物レンズにより集光させてそれぞれ第 1 及び第 2 光スポットを形成する場合、集光させる各回折光の波面収差を十分小さくして良好な集光特性を得るためには、対物レンズに入射する際の各回折光の収束・発散角度の角度差をある程度大きくする必要がある。

【 0 0 2 0 】

上記の構成では、第 1 光ビームと第 2 光ビームとが、互いに収束又は発散度合いの異なる光ビームとして回折光学素子に入射することにより、上記角度差を大きくしやすくすることができる。これにより、回折光学素子に要求される回折及び屈折特性の制限を緩和して、回折光学素子の設計上の制約を緩和することができる。その結果、作製しやすい回折光学素子を用いて、集光する回折光の波面収差を十分小さくすることができる光ピックアップを実現することが可能になる。

【 0 0 2 1 】

なお、第 1 光ビームと第 2 光ビームとが互いに収束又は発散度合いの異なる光ビームとして回折光学素子に入射する形態としては、例えば、一方が収束光で他方が発散光で入射する場合や、一方が平行光で他方が収束光又は発散光で入射する場合などがあり、さらに、両方が収束光又は発散光であり、かつ、その収束度合い又は発散度合いが異なる場合であってもよい。

【 0 0 2 2 】

本発明の光ピックアップは、前記回折光学素子が、収束型の回折格子と、発散型のレンズとを備えることが望ましい。

【 0 0 2 3 】

上記の構成では、波長変動に対する波面収差の劣化を抑えることができ、波長変動に対しても良好な集光特性を得ることができる。

【 0 0 2 4 】

本発明の光ピックアップは、前記回折光学素子に対して、前記第 1 光ビームが

収束光で入射し、前記第 2 光ビームが発散光で入射することが望ましい。

【 0 0 2 5 】

上記の構成では、回折光学素子及び対物レンズが第 1 及び第 2 光ビームの光軸方向にシフトした場合でも、比較的広いシフト範囲において波面収差の劣化を低く抑えることができる。

【 0 0 2 6 】

本発明の光ピックアップは、前記対物レンズが、前記回折光学素子から出射された第 1 及び第 2 光ビームのそれぞれ 2 次及び 1 次回折光を、それぞれ前記第 1 及び第 2 記録媒体の情報記録面に対して集光して前記第 1 及び第 2 光スポットを形成することが望ましい。

【 0 0 2 7 】

あるいは、本発明の光ピックアップは、前記対物レンズが、前記回折光学素子から出射された第 1 及び第 2 光ビームのそれぞれ 3 次及び 2 次回折光を、それぞれ前記第 1 及び第 2 記録媒体の情報記録面に対して集光して前記第 1 及び第 2 光スポットを形成するものであってもよい。

【 0 0 2 8 】

上記の構成では、回折光学素子による高い回折効率の回折光を利用できる。これにより、第 1 及び第 2 光ビームを効率的に利用することができ、第 1 及び第 2 光ビームの光源の消費電力を抑えつつ、高出力な光を第 1 及び第 2 記録媒体へ照射することができるようになる。

【 0 0 2 9 】

本発明の光ピックアップは、前記回折光学素子が、鋸歯状又は階段状の断面形状を有する回折格子を有していることが望ましい。

【 0 0 3 0 】

上記構成のように、鋸歯状又は階段状断面の回折格子は、回折効率が高いため、第 1 及び第 2 光ビームを効率的に利用することができ、第 1 及び第 2 光ビームの光源の消費電力を抑えつつ、高出力な光を第 1 及び第 2 記録媒体へ照射することができるようになる。

【 0 0 3 1 】

本発明の光ピックアップは、前記回折光学素子が、屈折面に回折格子が形成されていてもよい。

【 0 0 3 2 】

上記の構成では、屈折面と回折格子との位置合わせが簡単になり、屈折面及び回折格子の形成が容易になる。

【 0 0 3 3 】

本発明の光ピックアップは、前記回折光学素子と前記対物レンズとが、一体駆動することが望ましい。

【 0 0 3 4 】

上記の構成では、第 1 及び第 2 記録媒体の情報記録面の面振れや、第 1 及び第 2 記録媒体の情報トラックの回転偏心に対して、集光スポットを良好に追従させることができる。

【 0 0 3 5 】

【発明の実施の形態】

本発明の実施の一形態について図 1 から図 1 0 に基づいて説明すれば、以下の通りである。

【 0 0 3 6 】

本実施形態の光ピックアップ 1 の概略構成を図 2 に示す。本実施形態では、次世代高密度光ディスク（第 1 光ディスク D 1、第 1 記録媒体）及び従来の DVD（第 2 光ディスク D 2、第 2 記録媒体）に対応可能な光ピックアップ 1 について説明する。なお、第 1 光ディスク D 1 は、使用する光（第 1 光ビーム L 1）が波長（第 1 波長 $\lambda 1$ ）4 0 5 n m 付近の短波長の青色光、光透過層 P 1 の厚さ t 1 が 0 . 1 m m のものであり、第 2 光ディスク D 2 は、使用する光（第 2 光ビーム L 2）が波長（第 2 波長 $\lambda 2$ ）6 5 0 n m 付近の長波長の赤色光、光透過層 P 2 の厚さ t 2 が 0 . 6 m m のものである。なお、図 2 では、一点鎖線で示した光軸に対して左側に第 1 光ディスク D 1 を、右側に第 2 光ディスクを図示している。

【 0 0 3 7 】

光ピックアップ 1 は、第 1 波長 $\lambda 1$ を有する第 1 光ビーム L 1 を出射する半導体レーザ 1 1 a と、第 1 波長 $\lambda 1$ より長い第 2 波長 $\lambda 2$ を有する第 2 光ビーム L

2 を出射する半導体レーザ 11b とを備えている。半導体レーザ 11a と半導体レーザ 11b とは、対象となる光ディスクに応じて互いに切り換えて点灯される。

【0038】

光ピックアップ 1 は、さらに、半導体レーザ 11a・11b から出射された第 1 及び第 2 光ビーム L1・L2 をそれぞれほぼ平行にするコリメータレンズ 12a・12b、楕円形強度分布を有する第 1 及び第 2 光ビーム L1・L2 をそれぞれほぼ円形の強度分布に整形する整形プリズムなどの整形光学系 13a・13b、整形光学系 13a・13b からの第 1 及び第 2 光ビーム L1・L2 をそれぞれ透過させるビームスプリッタ 14a・14b、を備えている。

【0039】

整形光学系 13a・13b は、1 つの三角プリズム、貼り合わされた三角プリズム、あるいは独立して配置された 2 つの三角プリズム等の公知の光学系によって構成されている。なお、光ピックアップ 1 は、整形光学系 13a・13b を備えていなくてもよい。

【0040】

半導体レーザ 11a、コリメータレンズ 12a、整形光学系 13a、及びビームスプリッタ 14a により第 1 光学系 10a が構成され、半導体レーザ 11b、コリメータレンズ 12b、整形光学系 13b、及びビームスプリッタ 14b により第 2 光学系 10b が構成されている。

【0041】

第 1 及び第 2 光学系 10a・10b から出射された第 1 及び第 2 光ビーム L1・L2 は、ダイクロプリズム 15 により互いの光軸が合わせられ、それ以降は共通光学系を通ることになる。

【0042】

共通光学系において、第 1 及び第 2 光ビーム L1・L2 は、1/4 波長板 17 を通過し、球面収差補償系 18 で光ビームの種類（第 1 光ビーム L1 又は第 2 光ビーム L2）に応じて収束・発散度合いが変化され、ミラー 19 で反射された後、対物レンズユニット 20 に入る。

【0043】

対物レンズユニット 20 に入った第 1 及び第 2 光ビーム L1・L2 は、波長選択性開口フィルタ 21、回折光学素子 22、及び対物レンズ 23 を順次通過し、第 1 光ディスク D1 の情報記録面 R1 上に微小な光スポット SP1 を、あるいは第 2 光ディスク D2 の情報記録面 R2 上に微小な光スポット SP2 を形成する。

【0044】

ここで、球面収差補償系 18 は、第 1 及び第 2 光ディスク D1・D2 における光透過層 P1・P2 の厚みムラ等により発生する球面収差を補正するビームエキスパンダーであるとともに、上記のように第 1 及び第 2 光ビーム L1・L2 の収束・発散度合いを変化させる光ビーム制御手段としての機能を有している。

【0045】

なお、光ピックアップ 1 が整形光学系 13a・13b を備えない構成である場合には、球面収差補償系 18 を用いることなく、コリメータレンズ 12a・12b を使って第 1 及び第 2 光ビーム L1・L2 の収束・発散度合いを変化させるようにしてもかまわない。さらに、これら以外の素子を使って第 1 及び第 2 光ビーム L1・L2 の収束・発散度合いを変化させるようにしてもよい。

【0046】

また、波長選択性開口フィルタ 21 は、波長が第 1 波長 λ_1 の光ビームに対しては開口数が NA1（具体的には 0.85）となるように働き、波長が第 2 波長 λ_2 の光ビームに対しては開口数が NA2（具体的には 0.6）となるように開口制御する。なお、ここでは波長選択性開口フィルタ 21 を、ミラー 19 と回折光学素子 22 との間に配置しているが、回折光学素子 22 及び対物レンズ 23 と一体的に動作可能な場所であればどこでもよい。また、上記のような開口制御と同じ機能を有するものであれば、波長選択性開口フィルタ 21 以外のものであってもよい。

【0047】

波長選択性開口フィルタ 21、回折光学素子 22 及び対物レンズ 23 は、対物レンズユニット 20 として一体化されて光ピックアップ 1 の他の光学系に対して移動できるようになっている。これにより、第 1 及び第 2 光ディスク D1・D2

の情報記録面の面振れや、第1及び第2光ディスクD1・D2の情報トラックの回転偏心に対して、集光スポットを良好に追従させることができる。

【0048】

光ピックアップ1は、以上の光照射光学系に加えて、さらに再生信号検出光学系24a・24bを備えている。再生信号検出光学系24a・24bでは、従来公知の種々の光学系により、自動焦点やトラック追従といった光点制御信号、及び光ディスクに記録された情報信号の再生が行なわれる。

【0049】

光ピックアップ1の対物レンズユニット20について図3に基づいてさらに説明する。なお、図3では、一点鎖線で示した光軸に対して上側に第1光ディスクD1を、下側に第2光ディスクを図示している。

【0050】

対物レンズユニット20は、第1及び第2光ビームL1・L2（図2参照）をそれぞれ情報記録面R1・R2へ集光する対物レンズ23と、透光性を有する発散型のレンズである平凹レンズ22a（レンズ）における波長選択性開口フィルタ21側の平面S1上に収束型の回折格子22bを有する回折光学素子22と、波長選択性開口フィルタ21とが、光ディスク側からこの順に配置され、一体化された複合対物レンズの組立体である。なお、図3では、回折格子22bの形状を誇張して図示しているが、実際には回折格子22bの形状は微少なものである。

【0051】

回折光学素子22を、収束型の回折格子22bと、発散型の平凹レンズ22aとを備えて構成することにより、波長変動に対する波面収差の劣化を抑えることができ、波長変動に対しても良好な集光特性を得ることができる。

【0052】

ここでは、部品点数を減らすために、平凹レンズ22aの平面S1上に回折格子22bを形成して回折光学素子22を構成しているが、回折素子及びレンズの2つの光学素子を組み合わせて回折光学素子を構成してもよい。

【0053】

また、図4 (a) に示すように、透光性のレンズ22a'の平面S1とは反対側の屈折面(凹面)S2上に回折格子22b'を備えた回折光学素子22'を用いて対物レンズユニット20'を構成してもよい。

【0054】

回折光学素子22の平凹レンズ22aは、ガラス又はプラスチックなどからなっている。また、回折光学素子22の回折格子22bは、平凹レンズ22aの平面S1上に、光軸を中心にして同心円状に、切削された環状溝又はフォトリソグラフィにより積層された凸の輪帯からなる。この回折格子22bは、図3に示すように、光軸を含んだ平面に現れる断面形状がブレード形状すなわち鋸歯状に形成されることが好ましい。鋸歯状断面の回折格子は、回折効率が他より高いので有利である。また、図4 (b) に示すように、回折格子22b''は、光軸を含んだ平面に現れる断面形状が階段状となるように形成されてもよい。階段状断面の回折格子は、鋸歯状断面の回折格子に次いで回折効率が高いので有利である。

【0055】

なお、回折光学素子22としては、上述のように平凹レンズ22aの凹面S2に回折格子を形成しても同様の効果を得ることができる。また、この場合は、凹面S2と回折格子22bとの位置合わせが簡単になり、凹面S2及び回折格子22bの形成が容易になる。

【0056】

ここで、回折光学素子22の回折格子22bによる回折光のうち、光ピックアップ1の記録再生に利用する回折光の回折次数は、最も効率がよくなるように、第1光ビームL1(波長405nm)については2次回折光を利用し、第2光ビームL2(波長650nm)については1次回折光を利用する。

【0057】

光ピックアップ1では、この回折光学素子22に対して、第1及び第2光ビームL1・L2の少なくとも一方を、収束光又は発散光、つまり非平行光で入射させる。つまり、回折光学素子22に入射する際の第1光ビームL1と第2光ビームL2との間で、収束・発散角度に角度差をつけておく。これにより、光透過層P1・P2の厚みの差が大きいことにより発生する球面収差を補正するために必

要となる、回折格子 2 2 b での第 1 光ビーム L 1 の回折角と、第 2 光ビーム L 2 の回折角との角度差を約 0. 5 から 1. 5° 程度にすることができる。その結果、回折格子 2 2 b のピッチを広げることができるようになり、それにとともなって凹面 S 2 の曲率半径も大きくすることが可能になる。これにより、回折光学素子 2 2 の作製が容易になる。

【0 0 5 8】

なお、本明細書において、「収束・発散角度」とは、光ビームの光軸を含む断面において、光軸と光ビームの最外周とのなす角度を指し、その光ビームが収束光の場合には収束・発散角度を負の値とし、その光ビームが発散光の場合には収束・発散角度を正の値とする。

【0 0 5 9】

【実施例】

本発明の実施例について図 1、及び図 5 から図 1 0 に基づいて説明すれば、以下の通りである。

【0 0 6 0】

〔実施例 1〕

本実施例では、図 1 (a) 及び (b) に示すように、第 1 光ビーム L 1 (波長 4 0 5 nm) については、対物レンズユニット 2 0 に対して平行光で（つまり、収束・発散角度 θ が 0° となるように）入射させ、回折光学素子 2 2 による 2 次回折光を利用し、第 2 光ビーム L 2 (波長 6 5 0 nm) については、対物レンズユニット 2 0 に対して発散光で（具体的には、収束・発散角度 θ が 1. 5° となるように）入射させ、回折光学素子 2 2 による 1 次回折光を利用する対物レンズユニット 2 0 を作製した。対物レンズ 2 3 には非球面レンズを用い、回折光学素子 2 2 の凹面 S 2 も非球面形状とした。

【0 0 6 1】

第 1 光ビーム L 1 が回折光学素子 2 2 に平行光で入射すると、回折光学素子 2 2 の回折格子 2 2 b で 2 次回折方向（光軸に対して収束方向）に回折された回折光が、回折光学素子 2 2 の平凹レンズ 2 2 a で発散方向に屈折されて出射されることにより、平行光で対物レンズ 2 3 に入射する。この回折光は、さらに対物レ

レンズ 23 によって集光され、光透過層 P1 (厚さ 0.1 mm) を透過し、情報記録面 R1 上に微小な光スポット SP1 を形成することにより、良好な集光特性が得られる。

【0062】

また、第2光ビーム L2 が回折光学素子 22 に発散光で入射すると、回折光学素子 22 の回折格子 22b で1次回折方向 (光軸に対して収束方向) に回折された回折光が、回折光学素子 22 の平凹レンズ 22a で発散方向に屈折されて出射されることにより、発散光で対物レンズ 23 に入射する。この回折光は、さらに対物レンズ 23 によって集光され、光透過層 P2 (厚さ 0.6 mm) を透過し、情報記録面 R2 上に微小な光スポット SP2 を形成することにより、良好な集光特性が得られる。

【0063】

このように、第1光ビーム L1 を回折光学素子 22 に平行光で入射させ、かつ、第2光ビーム L2 を回折光学素子 22 に発散光で入射させることにより、第1光ビーム L1 の2次回折光が対物レンズ 23 に入射するときの収束・発散角度を 0° に設定しつつ、第2光ビーム L2 の1次回折光が対物レンズ 23 に入射するときの収束・発散角度を 2 から 3° に設定するように (すなわち、第1光ビーム L1 の2次回折光の収束・発散角度と、第2光ビーム L2 の1次回折光の収束・発散角度との角度差を 2 から 3° に設定するように)、回折格子 22b のピッチ、及び平凹レンズ 22a の凹面 S2 の形状を設計することが可能になった。

【0064】

設計した対物レンズ 23 及び回折光学素子 22 の面データ等は表 1 から 4 のとおりである。表 1 から 4 において、面番号 0 は仮想光源を表し、面番号 1 及び 2 は回折光学素子 22 の入射面及び出射面、面番号 3 及び 4 は対物レンズ 23 の入射面及び出射面、面番号 5 及び 6 は光ディスクの表面及び情報記録面である。なお、各面番号の行に記載の面間隔は、当該面番号の面と、当該面番号の次の面番号の面との光軸上の距離を意味する。

【0065】

表 3 は、各面の非球面係数を表し、表 4 は回折面の位相差関数 $\Phi(r)$ を数式

(1) で表したときの各項の係数である。数式 (1) において、mは回折次数、λは波長、rは光軸との距離、DF 1 からDF 5は係数である。また、表3及び4において、例えば「- 2 . 2 E - 0 3」は、「- 2 . 2⁻³」を意味する。

【 0 0 6 6 】

【表 1】

次世代高密度光ディスク(第1光ディスク)

	面番号	曲率半径	面間隔	材質
仮想光源	0	INFINITY	INFINITY	
回折光学素子	1	INFINITY	0.5	BK7_SCHOTT
	2	8.319	0.5	
対物レンズ	3	1.465	2.5	LAH67_OHARA
	4	20.516	0.1	
ディスク	5	INFINITY	0.1	PC
	6	INFINITY	0.23	

【 0 0 6 7 】

【表 2】

DVD(第2光ディスク)

	面番号	曲率半径	面間隔	材質
仮想光源	0	INFINITY	50	
回折光学素子	1	INFINITY	0.5	BK7_SCHOTT
	2	8.319	0.5	
対物レンズ	3	1.465	2.5	LAH67_OHARA
	4	20.516	0.1	
ディスク	5	INFINITY	0.6	PC
	6	INFINITY	0.10	

【 0 0 6 8 】

【表 3】

	面番号	K	A	B	C	D	E
非球面 係数	2	0.0E+00	-2.2E-03	-2.3E-03	-1.4E-04	1.4E-04	0.0E+00
	4	-6.9E-01	1.3E-02	3.1E-03	2.6E-05	5.2E-04	-6.7E-05
	5	7.2E+02	4.5E-01	-1.2E+00	1.5E+00	-9.4E-01	5.0E-01

【 0 0 6 9 】

【表 4】

	面番号	DF1	DF2	DF3	DF4	DF5
位相差 係数	1	-3.E-02	6.E-04	8.E-04	6.E-05	-5.E-05

【 0 0 7 0 】

【数 1】

$$\Phi(r) = m \frac{2\pi}{\lambda} (DF1r^2 + DF2r^4 + DF3r^6 + DF4r^8 + DF5r^{10}) \dots (1)$$

【 0 0 7 1 】

本実施例として作製した光ピックアップ 1 を用いて光ディスクに集光させた場合の、対物レンズユニット 2 0 の光軸方向へのシフト量に対する像面での波面収差 λ r m s の変化を図 5 (a) 及び (b) に実線で示す。また、比較のために作製した従来の光ピックアップを用いた場合を図 5 (a) 及び (b) に破線で示す。なお、図 5 (a) は第 1 光ディスク D 1 に集光した結果であり、図 5 (b) は第 2 光ディスク D 2 に集光した結果である。

【 0 0 7 2 】

比較のために作製した従来の光ピックアップは、第 1 及び第 2 光ビームの何れも対物レンズユニットに対して平行光で入射させ、第 1 光ビームについては 2 次回折光を、第 2 光ビームについては 1 次回折光を利用した場合に波面収差が最適となるように作製したものである。

【 0 0 7 3 】

図 5 (a) からわかるように、光ピックアップ 1 を用いることにより、従来の光ピックアップと比較して第 1 光ディスク D 1 に対する波面収差を低減することができ、良好な集光スポットを形成することができる。

【 0 0 7 4 】

また、図 5 (b) からわかるように、光ピックアップ 1 において、第 2 光ビーム L 2 を発散光で対物レンズユニット 2 0 に入射させることにより発生する、対物レンズユニット 2 0 のシフトによる影響も、第 2 光ディスク D 2 に対する波面収差に関しては、対物レンズユニット 2 0 のシフト量が 0. 1 5 mm 以下の範囲であれば従来の光ピックアップと比較して低減することができる。

【 0 0 7 5 】

このように、光ピックアップ 1 により、従来の光ピックアップと比較して、第 1 及び第 2 光ディスク D 1 ・ D 2 に対する波面収差の低減を図ることができる。

【0076】

また、本実施例として作製した光ピックアップ1を用いて第1光ディスクD1に集光させた場合の、第1光ビームの波長の変化に対する波面収差 λ_{rms} の変化を図6に実線で示す。また、比較のために作製した第1光ディスク専用の光ピックアップを用いた場合を図6に破線で示す。

【0077】

比較のために作製した第1光ディスク専用の光ピックアップは、本実施例とした作製した光ピックアップ1における対物レンズ23（第1光ビーム専用の対物レンズ）単体で対物レンズユニットを構成したものである。

【0078】

図6からわかるように、光ピックアップ1では、第1光ディスク専用の光ピックアップよりも使用可能な波長範囲が広い。これは、光ピックアップ1の回折光学素子22が収束型の回折格子22b及び平凹レンズ22aで構成されているためであり、これにより第1光ビーム専用の対物レンズを単体で用いる場合よりも波長依存特性を改善することができる。したがって、光ピックアップ1では、モードホップなどによる波長変動が生じて、良好な集光スポットを形成することができる。

【0079】

〔実施例2〕

本実施例では、図7(a)及び(b)に示すように、第1光ビームL1（波長405nm）については、対物レンズユニット20に対して収束光（具体的には、収束・発散角度 θ が -1.5° となるように）入射させ、回折光学素子22による2次回折光を利用し、第2光ビームL2（波長650nm）については、対物レンズユニット20に対して平行光で（つまり、収束・発散角度 θ が 0° となるように）入射させ、回折光学素子22による1次回折光を利用する対物レンズユニット20を作製した。対物レンズ23には非球面レンズを用い、回折光学素子22の凹面S2も非球面形状とした。

【0080】

第1光ビームL1が回折光学素子22に収束光で入射すると、回折光学素子2

2 の回折格子 2 2 b で 2 次回折方向（光軸に対して収束方向）に回折された回折光が、回折光学素子 2 2 の平凹レンズ 2 2 a で発散方向に屈折されて出射されることにより、平行光で対物レンズ 2 3 に入射する。この回折光は、さらに対物レンズ 2 3 によって集光され、光透過層 P 1（厚さ 0.1 mm）を透過し、情報記録面 R 1 上に微小な光スポット S P 1 を形成することにより、良好な集光特性が得られる。

【0 0 8 1】

また、第 2 光ビーム L 2 が回折光学素子 2 2 に平行光で入射すると、回折光学素子 2 2 の回折格子 2 2 b で 1 次回折方向（光軸に対して収束方向）に回折された回折光が、回折光学素子 2 2 の平凹レンズ 2 2 a で発散方向に屈折されて出射されることにより、発散光で対物レンズ 2 3 に入射する。この回折光は、さらに対物レンズ 2 3 によって集光され、光透過層 P 2（厚さ 0.6 mm）を透過し、情報記録面 R 2 上に微小な光スポット S P 2 を形成することにより、良好な集光特性が得られる。

【0 0 8 2】

このように、第 1 光ビーム L 1 を回折光学素子 2 2 に収束光で入射させ、かつ、第 2 光ビーム L 2 を回折光学素子 2 2 に平行光で入射させることにより、第 1 光ビーム L 1 の 2 次回折光が対物レンズ 2 3 に入射するときの収束・発散角度を 0° に設定しつつ、第 2 光ビーム L 2 の 1 次回折光が対物レンズ 2 3 に入射するときの収束・発散角度を 2 から 3° に設定するように（すなわち、第 1 光ビーム L 1 の 2 次回折光の収束・発散角度と、第 2 光ビーム L 2 の 1 次回折光の収束・発散角度との角度差を 2 から 3° に設定するように）、回折格子 2 2 b のピッチ、及び平凹レンズ 2 2 a の凹面 S 2 の形状を設計することが可能になった。

【0 0 8 3】

設計した対物レンズ 2 3 及び回折光学素子 2 2 の面データ等は表 5 から 8 のとおりである。なお、表 5 から 8 における記号等は表 1 から 4 のものと同一内容である。

【0 0 8 4】

【表 5】

次世代高密度光ディスク(第1光ディスク)

	面番号	曲率半径	面間隔	材質
仮想光源	0	INFINITY	-50	
回折光学素子	1	INFINITY	0.5	BK7_SCHOTT
	2	3.620	0.5	
対物レンズ	3	1.465	2.5	LAH67_OHARA
	4	20.516	0.1	
ディスク	5	INFINITY	0.1	PC
	6	INFINITY	0.23	

【0 0 8 5】

【表 6】

DVD(第2光ディスク)

	面番号	曲率半径	面間隔	材質
仮想光源	0	INFINITY	INFINITY	
回折光学素子	1	INFINITY	0.5	BK7_SCHOTT
	2	3.620	0.5	
対物レンズ	3	1.465	2.5	LAH67_OHARA
	4	20.516	0.1	
ディスク	5	INFINITY	0.6	PC
	6	INFINITY	0.10	

【0 0 8 6】

【表 7】

	面番号	K	A	B	C	D	E
非球面 係数	2	2.68E+01	-4.63E-03	2.31E-03	-8.22E-04	1.22E-05	0.00E+00
	4	-6.86E-01	1.33E-02	3.12E-03	2.57E-05	5.16E-04	-6.70E-05
	5	7.22E+02	4.51E-01	-1.23E+00	1.51E+00	-9.37E-01	4.95E-01

【0 0 8 7】

【表 8】

	面番号	DF1	DF2	DF3	DF4	DF5
位相差 係数	1	-5.30E-03	-4.02E-04	-1.17E-05	0.00E+00	0.00E+00

【0 0 8 8】

本実施例として作製した光ピックアップ1を用いて光ディスクに集光させた場合の、対物レンズユニット20の光軸方向へのシフト量に対する像面での波面収

差 λ_{rms} の変化を図 8 (a) 及び (b) に実線で示す。また、比較のために作製した従来の光ピックアップを用いた場合を図 8 (a) 及び (b) に破線で示す。なお、図 8 (a) は第 1 光ディスク D 1 に集光した結果であり、図 8 (b) は第 2 光ディスク D 2 に集光した結果である。

【0089】

比較のために作製した従来の光ピックアップは、実施例 1 の場合と同様、第 1 及び第 2 光ビームの何れも対物レンズユニットに対して平行光で入射させ、第 1 光ビームについては 2 次回折光を、第 2 光ビームについては 1 次回折光を利用した場合に波面収差が最適となるように作製したものである。

【0090】

図 8 (a) からわかるように、光ピックアップ 1 において、第 1 光ビーム L 1 を収束光で対物レンズユニット 20 に入射させることにより発生する、対物レンズユニット 20 のシフトによる影響も、第 1 光ディスク D 1 に対する波面収差に関しては、対物レンズユニット 20 のシフト量が 0.12 mm 以下の範囲であれば従来の光ピックアップと比較して低減することができる。

【0091】

また、図 8 (b) からわかるように、光ピックアップ 1 を用いることにより、従来の光ピックアップと比較して第 2 光ディスク D 2 に対する波面収差を低減することができ、良好な集光スポットを形成することができる。

【0092】

このように、光ピックアップ 1 により、従来の光ピックアップと比較して、第 1 及び第 2 光ディスク D 1・D 2 に対する波面収差の低減を図ることができる。

【0093】

〔実施例 3〕

本実施例では、図 9 (a) 及び (b) に示すように、第 1 光ビーム L 1 (波長 405 nm) については、対物レンズユニット 20 に対して収束光 (具体的には、収束・発散角度 θ が -0.8° となるように) 入射させ、回折光学素子 22 による 2 次回折光を利用し、第 2 光ビーム L 2 (波長 650 nm) については、対物レンズユニット 20 に対して発散光で (具体的には、収束・発散角度 θ が 0.

8° となるように) 入射させ、回折光学素子 22 による 1 次回折光を利用する対物レンズユニット 20 を作製した。対物レンズ 23 には非球面レンズを用い、回折光学素子 22 の凹面 S2 も非球面形状とした。

【0094】

第 1 光ビーム L1 が回折光学素子 22 に収束光で入射すると、回折光学素子 22 の回折格子 22b で 2 次回折方向 (光軸に対して収束方向) に回折された回折光が、回折光学素子 22 の平凹レンズ 22a で発散方向に屈折されて出射されることにより、平行光で対物レンズ 23 に入射する。この回折光は、さらに対物レンズ 23 によって集光され、光透過層 P1 (厚さ 0.1 mm) を透過し、情報記録面 R1 上に微小な光スポット SP1 を形成することにより、良好な集光特性が得られる。

【0095】

また、第 2 光ビーム L2 が回折光学素子 22 に発散光で入射すると、回折光学素子 22 の回折格子 22b で 1 次回折方向 (光軸に対して収束方向) に回折された回折光が、回折光学素子 22 の平凹レンズ 22a で発散方向に屈折されて出射されることにより、発散光で対物レンズ 23 に入射する。この回折光は、さらに対物レンズ 23 によって集光され、光透過層 P2 (厚さ 0.6 mm) を透過し、情報記録面 R2 上に微小な光スポット SP2 を形成することにより、良好な集光特性が得られる。

【0096】

このように、第 1 光ビーム L1 を回折光学素子 22 に収束光で入射させ、かつ、第 2 光ビーム L2 を回折光学素子 22 に発散光で入射させることにより、第 1 光ビーム L1 の 2 次回折光が対物レンズ 23 に入射するときの収束・発散角度を 0° に設定しつつ、第 2 光ビーム L2 の 1 次回折光が対物レンズ 23 に入射するときの収束・発散角度を 2 から 3° に設定するように (すなわち、第 1 光ビーム L1 の 2 次回折光の収束・発散角度と、第 2 光ビーム L2 の 1 次回折光の収束・発散角度との角度差を 2 から 3° に設定するように)、回折格子 22b のピッチ、及び平凹レンズ 22a の凹面 S2 の形状を設計することが可能になった。

【0097】

設計した対物レンズ 2 3 及び回折光学素子 2 2 の面データ等は表 9 から 1 2 のとおりである。なお、表 9 から 1 2 における記号等は表 1 から 4 のものと同一内容である。

【 0 0 9 8 】

【表 9】

次世代高密度光ディスク(第1光ディスク)

	面番号	曲率半径	面間隔	材質
仮想光源	0	INFINITY	-100.000	
回折光学素子	1	INFINITY	0.5	BK7_SCHOTT
	2	12.520	0.5	
対物レンズ	3	1.465	2.5	LAH67_OHARA
	4	20.516	0.1	
ディスク	5	INFINITY	0.1	PC
	6	INFINITY	0.23	

【 0 0 9 9 】

【表 1 0】

DVD(第2光ディスク)

	面番号	曲率半径	面間隔	材質
仮想光源	0	INFINITY	100	
回折光学素子	1	INFINITY	0.5	BK7_SCHOTT
	2	12.520	0.5	
対物レンズ	3	1.465	2.5	LAH67_OHARA
	4	20.516	0.1	
ディスク	5	INFINITY	0.6	PC
	6	INFINITY	0.10	

【 0 1 0 0 】

【表 1 1】

	面番号	K	A	B	C	D	E
非球面 係数	2	0.0E+00	-5.6E-03	-1.1E-03	-3.4E-03	1.4E-03	0.0E+00
	4	-6.9E-01	1.3E-02	3.1E-03	2.6E-05	5.2E-04	-6.7E-05
	5	7.2E+02	4.5E-01	-1.2E+00	1.5E+00	-9.4E-01	5.0E-01

【 0 1 0 1 】

【表 1 2】

	面番号	DF1	DF2	DF3	DF4	DF5
位相差 係数	1	-9.5E-03	2.5E-03	2.6E-04	1.7E-03	-6.4E-04

【0 1 0 2】

本実施例として作製した光ピックアップ 1 を用いて光ディスクに集光させた場合の、対物レンズユニット 2 0 の光軸方向へのシフト量に対する像面での波面収差 λ_{rms} の変化を図 1 0 (a) 及び (b) に実線で示す。また、比較のために作製した従来の光ピックアップを用いた場合を図 1 0 (a) 及び (b) に破線で示す。なお、図 1 0 (a) は第 1 光ディスク D 1 に集光した結果であり、図 1 0 (b) は第 2 光ディスク D 2 に集光した結果である。

【0 1 0 3】

比較のために作製した従来の光ピックアップは、実施例 1 の場合と同様、第 1 及び第 2 光ビームの何れも対物レンズユニットに対して平行光で入射させ、第 1 光ビームについては 2 次回折光を、第 2 光ビームについては 1 次回折光を利用した場合に波面収差が最適となるように作製したものである。

図 1 0 (a) 及び (b) からわかるように、光ピックアップ 1 を用いることにより、従来の光ピックアップと比較して第 1 及び第 2 光ディスク D 1 ・ D 2 に対する波面収差を低減することができ、良好な集光スポットを形成することができる。

【0 1 0 4】

また、光ピックアップ 1 において、第 1 及び第 2 光ビーム L 1 ・ L 2 をそれぞれ収束光及び発散光で対物レンズユニット 2 0 に入射させることにより発生する、対物レンズユニット 2 0 のシフトによる影響も、第 1 光ディスク D 1 に対する波面収差に関しては対物レンズユニット 2 0 のシフト量が 0. 2 3 mm 以下の範囲、第 2 光ディスク D 2 に対する波面収差に関しては対物レンズユニット 2 0 のシフト量が 0. 3 mm 以下の範囲であれば、従来の光ピックアップと比較して低減することができる。

【0 1 0 5】

このように、対物レンズユニット 20 に対して、第 1 光ビーム L1 を収束光で入射させ、第 2 光ビーム L2 を発散光で入射させることにより、対物レンズユニット 20 が第 1 及び第 2 光ビーム L1・L2 の光軸方向にシフトした場合でも、比較的広いシフト範囲において波面収差の劣化を低く抑えることができる。

【0106】

以上の実施例 1 から 3 では、回折光学素子 22 の凹面 S2 を、対物レンズがシフトした場合の集光特性の悪化を抑えやすい非球面で作製しているが、球面で作製しても同様の効果を得ることができる。球面で作製する場合は、非球面で作製する場合と比較して回折光学素子 22 の作製が容易になり、安価な回折光学素子 22 を提供でき、コスト低減が可能になる。

【0107】

また、実施例 1 から 3 では、第 1 光ビーム L1 については回折光学素子 22 による 2 次回折光を、第 2 光ビーム L2 については回折光学素子 22 による 1 次回折光を利用するように設計された対物レンズユニット 20 について説明したが、第 1 光ビーム L1 について 3 次回折光を、第 2 光ビーム L2 について 2 次回折光を利用するように対物レンズユニット 20 を設計しても、同様に高い回折効率を得られるとともに、集光特性を向上させることができる。このように高い回折効率を得ることができると、半導体レーザ 11a・11b の消費電力を抑えつつ、高出力の光を情報記録面 R1・R2 に照射することができるようになる。

【0108】

さらに、本発明は、実施例 1 から 3 で説明した回折次数の組み合わせ以外の回折次数の組み合わせにおいても、効果を損なうものではない。

【0109】

また、本実施形態では、次世代高密度光ディスク（光透過層厚さ 0.1 mm、青色光利用、対物レンズの開口数 0.85）と、DVD（光透過層厚さ 0.6 mm、赤色光利用、対物レンズの開口数 0.6）との互換が可能な光ピックアップ 1 について説明したが、本発明は、上記光透過層厚さ及び波長の光を利用した光ディスクに限定されず、多種多様の光透過層厚さの光ディスクの互換に適用可能である。また、本発明は、対物レンズの開口数が同じ場合であっても有効である。

。

【0110】

以上のように、本発明の光ピックアップ1は、情報記録面R1上に厚さ t_1 の光透過層P1を備えた第1光ディスクD1の情報記録面R1に対して、波長 λ_1 の第1光ビームL1を集光して光スポットSP1を形成することにより情報の記録又は再生が可能であり、かつ、情報記録面R2上に厚さ t_2 ($t_2 > t_1$)の光透過層P2を備えた第2光ディスクD2の情報記録面R2に対して、波長 λ_2 ($\lambda_2 > \lambda_1$)の第2光ビームL2を集光して光スポットSP2を形成することにより情報の記録又は再生が可能なものである。そして、光ピックアップ1は、第1及び第2光ビームL1・L2が入射することにより、入射した第1及び第2光ビームL1・L2を回折させ、かつ、屈折させて出射する回折光学素子22と、回折光学素子22から出射された第1及び第2光ビームL1・L2のそれぞれ所定回折次数の回折光を、それぞれ第1及び第2光ディスクD1・D2の情報記録面R1・R2に対して集光して光スポットSP1・SP2を形成する対物レンズ23とを備えている。さらに、光ピックアップ1は、第1光ビームL1と第2光ビームL2とが、互いに収束又は発散度合いの異なる光ビームとして回折光学素子22に入射するようになっている。

【0111】

なお、情報の記録又は再生が可能な光ピックアップには、情報の記録及び再生が可能なものも含まれる。

【0112】

一般に、互いに厚さの異なる光透過層を備えた第1及び第2光ディスクの情報記録面に対して、互いに波長の異なる第1及び第2光ビームの回折光を共通の対物レンズにより集光させてそれぞれ第1及び第2光スポットを形成する場合、集光させる各回折光の波面収差を十分小さくして良好な集光特性を得るためには、対物レンズに入射する際の各回折光の収束・発散角度の角度差をある程度大きくする必要がある。

【0113】

本光ピックアップ1では、第1光ビームL1と第2光ビームL2とが、互いに

収束又は発散度合いの異なる光ビームとして回折光学素子 2 2 に入射することにより、上記角度差を大きくしやすくすることができる。これにより、回折光学素子 2 2 に要求される回折及び屈折特性の制限を緩和して、回折光学素子 2 2 の設計上の制約を緩和することができる。その結果、作製しやすい回折光学素子 2 2 を用いて、集光する回折光の波面収差を十分小さくすることができる光ピックアップ 1 を実現することが可能になる。

【0 1 1 4】

なお、第 1 光ビーム L 1 と第 2 光ビーム L 2 とが互いに収束又は発散度合いの異なる光ビームとして回折光学素子 2 2 に入射する形態としては、実施例 1 から 3 で説明した、一方が収束光で他方が発散光で入射する場合や、一方が平行光で他方が収束光又は発散光で入射する場合のほか、両方が収束光又は発散光であり、かつ、その収束度合い又は発散度合いが異なる場合であってもよい。

【0 1 1 5】

【発明の効果】

以上のように、本発明の光ピックアップは、第 1 及び第 2 光ビームが入射することにより、入射した第 1 及び第 2 光ビームを回折させ、かつ、屈折させて出射する回折光学素子と、回折光学素子から出射された第 1 及び第 2 光ビームのそれぞれ所定回折次数の回折光を、それぞれ第 1 及び第 2 記録媒体の情報記録面に対して集光して第 1 及び第 2 光スポットを形成する対物レンズとを備え、第 1 光ビームと第 2 光ビームとが、互いに収束又は発散度合いの異なる光ビームとして回折光学素子に入射することを特徴としている。

【0 1 1 6】

上記の構成では、第 1 光ビームと第 2 光ビームとが、互いに収束又は発散度合いの異なる光ビームとして回折光学素子に入射することにより、上記角度差を大きくしやすくすることができる。これにより、回折光学素子に要求される回折及び屈折特性の制限を緩和して、回折光学素子の設計上の制約を緩和することができる。その結果、作製しやすい回折光学素子を用いて、集光する回折光の波面収差を十分小さくすることができる光ピックアップを実現することが可能になる。

【0 1 1 7】

本発明の光ピックアップは、回折光学素子が、収束型の回折格子と、発散型のレンズとを備えることが望ましい。

【0 1 1 8】

上記の構成では、波長変動に対する波面収差の劣化を抑えることができ、波長変動に対しても良好な集光特性を得ることができる。

【0 1 1 9】

本発明の光ピックアップは、回折光学素子に対して、第 1 光ビームが収束光で入射し、第 2 光ビームが発散光で入射することが望ましい。

【0 1 2 0】

上記の構成では、回折光学素子及び対物レンズが第 1 及び第 2 光ビームの光軸方向にシフトした場合でも、比較的広いシフト範囲において波面収差の劣化を低く抑えることができる。

【0 1 2 1】

本発明の光ピックアップは、対物レンズが、回折光学素子から出射された第 1 及び第 2 光ビームのそれぞれ 2 次及び 1 次回折光を、それぞれ第 1 及び第 2 記録媒体の情報記録面に対して集光して第 1 及び第 2 光スポットを形成することが望ましい。

【0 1 2 2】

あるいは、本発明の光ピックアップは、対物レンズが、回折光学素子から出射された第 1 及び第 2 光ビームのそれぞれ 3 次及び 2 次回折光を、それぞれ第 1 及び第 2 記録媒体の情報記録面に対して集光して第 1 及び第 2 光スポットを形成するものであってもよい。

【0 1 2 3】

上記の構成では、回折光学素子による高い回折効率の回折光を利用できる。これにより、第 1 及び第 2 光ビームを効率的に利用することができ、第 1 及び第 2 光ビームの光源の消費電力を抑えつつ、高出力な光を第 1 及び第 2 記録媒体へ照射することができるようになる。

【0 1 2 4】

本発明の光ピックアップは、前記回折光学素子が、鋸歯状又は階段状の断面形

状を有する回折格子を有していることが望ましい。

【0 1 2 5】

上記構成のように、鋸歯状又は階段状断面の回折格子は、回折効率が高いため、第 1 及び第 2 光ビームを効率的に利用することができ、第 1 及び第 2 光ビームの光源の消費電力を抑えつつ、高出力な光を第 1 及び第 2 記録媒体へ照射することができるようになる。

【0 1 2 6】

本発明の光ピックアップは、前記回折光学素子が、屈折面に回折格子が形成されていてもよい。

【0 1 2 7】

上記の構成では、屈折面と回折格子との位置合わせが簡単になり、屈折面及び回折格子の形成が容易になる。

【0 1 2 8】

本発明の光ピックアップは、前記回折光学素子と前記対物レンズとが、一体駆動することが望ましい。

【0 1 2 9】

上記の構成では、第 1 及び第 2 記録媒体の情報記録面の面振れや、第 1 及び第 2 記録媒体の情報トラックの回転偏心に対して、集光スポットを良好に追従させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の実施の一形態における第 1 実施例として作製した対物レンズユニットにより光ビームを光ディスクに集光する様子を示した上記対物レンズユニットの断面図であり、(a) は第 1 光ビームを第 1 光ディスクに集光する場合の断面図、(b) は第 2 光ビームを第 2 光ディスクに集光する場合の断面図である。

【図 2】

本発明の実施の一形態における光ピックアップの概略構成を示す概略構成図である。

【図 3】

図 2 の光ピックアップにおける対物レンズユニットの断面を示す断面図である。

【図 4】

(a) 及び (b) は、それぞれ図 2 の光ピックアップにおける他の対物レンズユニットの概略構成を示す概略構成図である。

【図 5】

図 1 の対物レンズユニットにより光ビームを集光した場合の対物レンズユニットのシフト量と波面収差との関係を示すグラフであり、(a) は第 1 光ビームを集光した場合のグラフ、(b) は第 2 光ビームを集光した場合のグラフである。

【図 6】

図 1 の対物レンズユニットにより第 1 光ビームを第 1 光ディスクに集光した場合の、第 1 光ビームの波長の変化に対する波面収差の変化を示すグラフである。

【図 7】

本発明の実施の一形態における第 2 実施例として作製した対物レンズユニットにより光ビームを光ディスクに集光する様子を示した上記対物レンズユニットの断面図であり、(a) は第 1 光ビームを第 1 光ディスクに集光する場合の断面図、(b) は第 2 光ビームを第 2 光ディスクに集光する場合の断面図である。

【図 8】

図 7 の対物レンズユニットにより光ビームを集光した場合の対物レンズユニットのシフト量と波面収差との関係を示すグラフであり、(a) は第 1 光ビームを集光した場合のグラフ、(b) は第 2 光ビームを集光した場合のグラフである。

【図 9】

本発明の実施の一形態における第 3 実施例として作製した対物レンズユニットにより光ビームを光ディスクに集光する様子を示した上記対物レンズユニットの断面図であり、(a) は第 1 光ビームを第 1 光ディスクに集光する場合の断面図、(b) は第 2 光ビームを第 2 光ディスクに集光する場合の断面図である。

【図 10】

図 9 の対物レンズユニットにより光ビームを集光した場合の対物レンズユニットのシフト量と波面収差との関係を示すグラフであり、(a) は第 1 光ビームを

集光した場合のグラフ、(b) は第 2 光ビームを集光した場合のグラフである。

【図 1 1】

回折光学素子における回折格子のピッチと回折角度差との関係を示すグラフである。

【図 1 2】

回折光学素子に対して平行光で入射した青色光が回折光学素子を通過後も平行光となる場合の、回折格子のピッチと回折光学素子の屈折面の曲率半径との関係を示すグラフである。

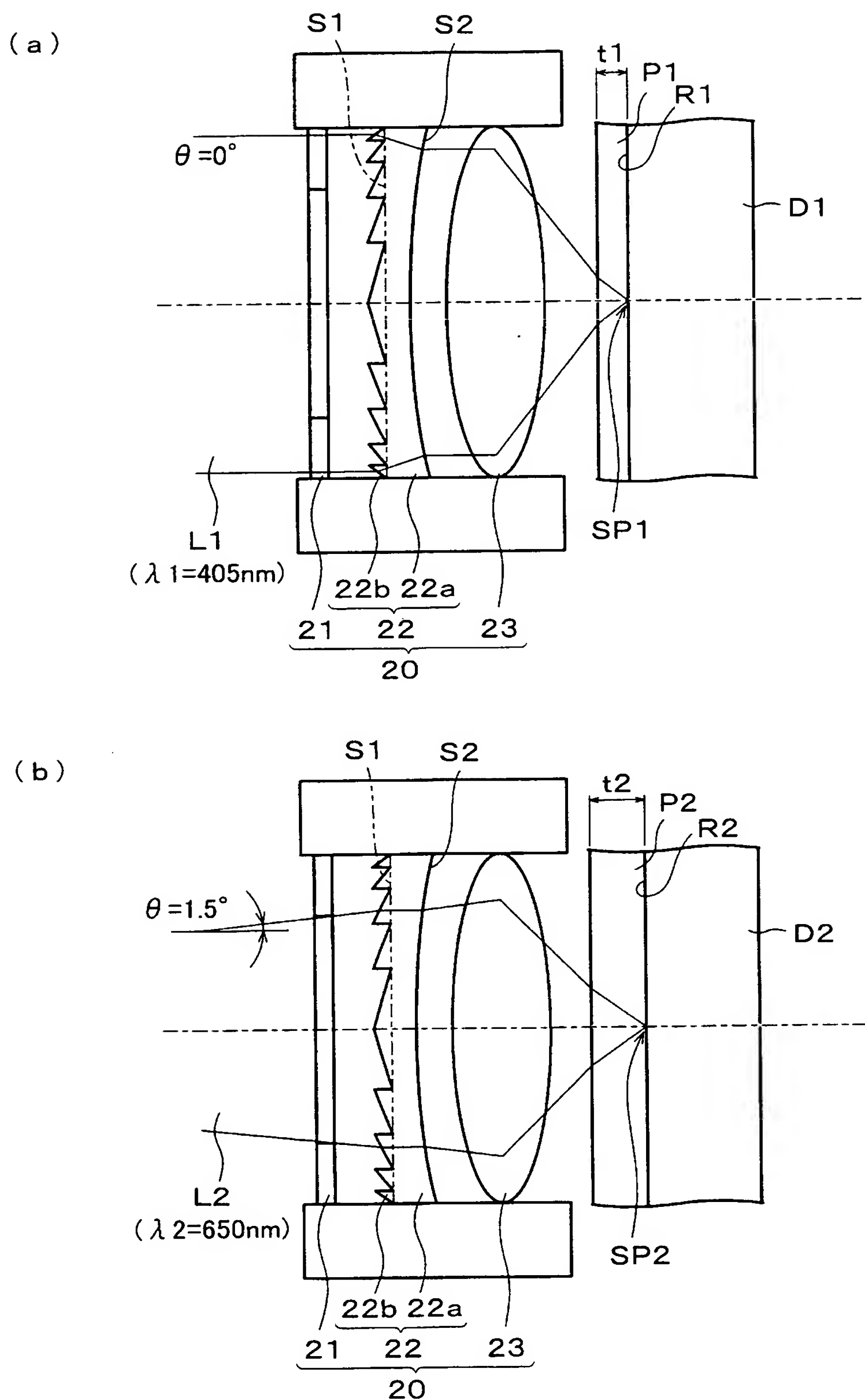
【符号の説明】

- 1 光ピックアップ
- 1 0 a 第 1 光学系
- 1 0 b 第 2 光学系
- 1 1 a ・ 1 1 b 半導体レーザ
- 1 2 a ・ 1 2 b コリメータレンズ
- 1 3 a ・ 1 3 b 整形光学系
- 1 4 a ・ 1 4 b ビームスプリッタ
- 1 5 ダイクロプリズム
- 1 6 光ピックアップ
- 1 7 1 / 4 波長板
- 1 8 球面収差補償系
- 1 9 ミラー
- 2 0 ・ 2 0 ' ・ 2 0 " 対物レンズユニット
- 2 2 ・ 2 2 ' ・ 2 2 " 回折光学素子
- 2 2 a ・ 2 2 a ' ・ 2 2 a " 平凹レンズ (レンズ)
- 2 2 b ・ 2 2 b ' ・ 2 2 b " 回折格子
- 2 3 対物レンズ
- D 1 第 1 光ディスク (第 1 記録媒体、次世代高密度光ディスク)
- D 2 第 2 光ディスク (第 2 記録媒体、従来の DVD)
- L 1 第 1 光ビーム

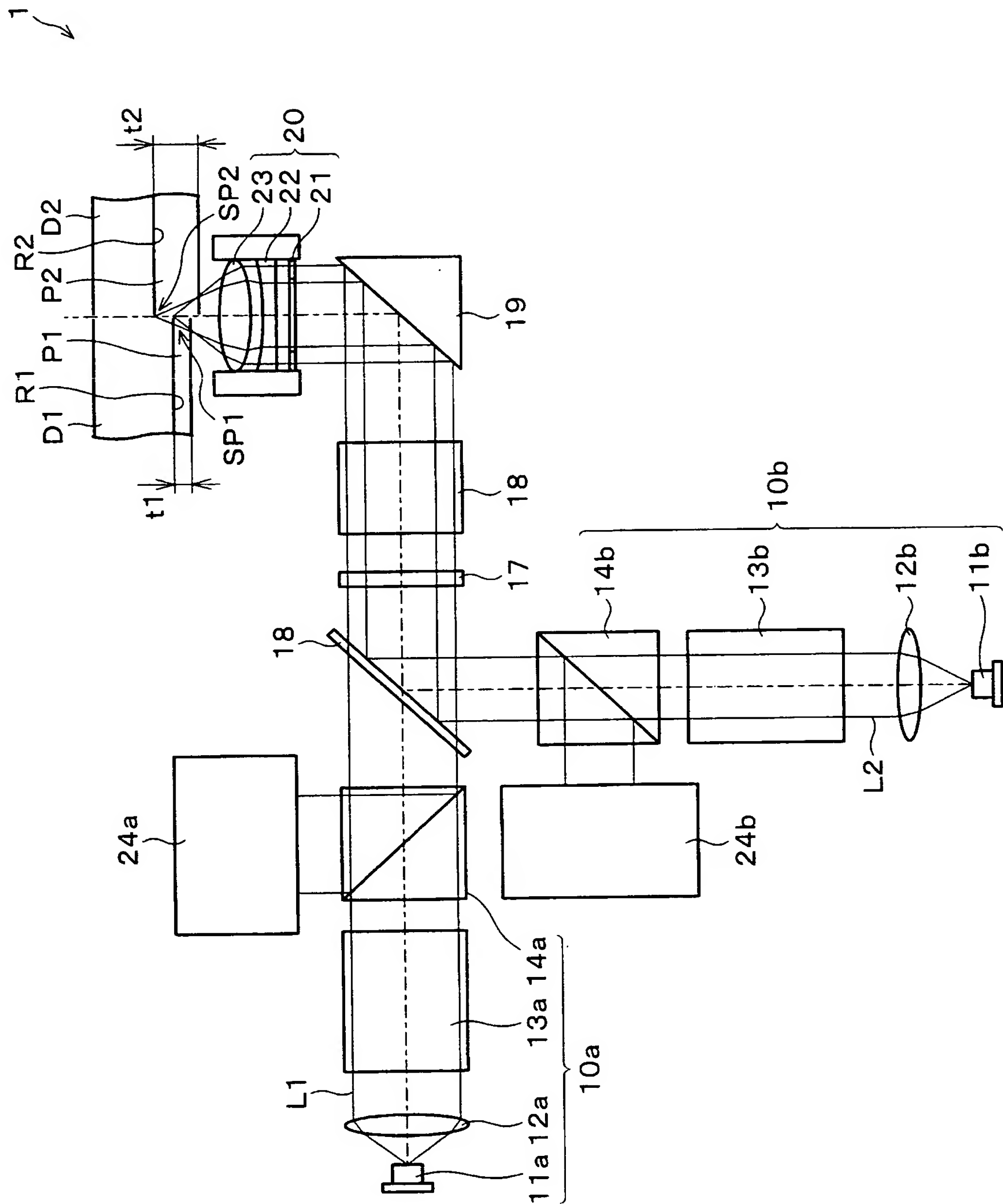
L 2	第 2 光ビーム
P 1	光透過層
P 2	光透過層
R 1	情報記録面
R 2	情報記録面
S P 1	光スポット (第 1 光スポット)
S P 2	光スポット (第 2 光スポット)

【書類名】 図面

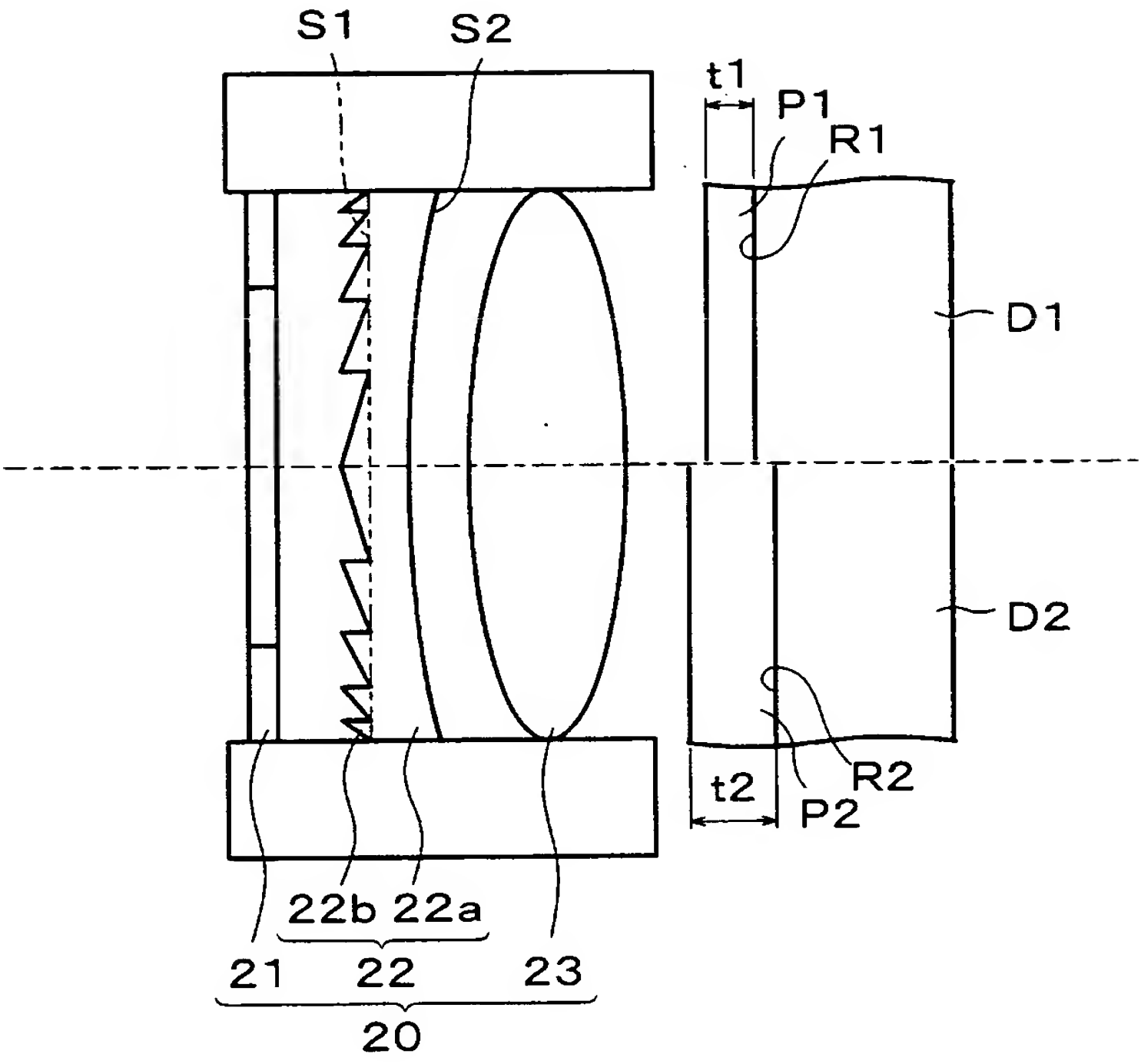
【図 1】



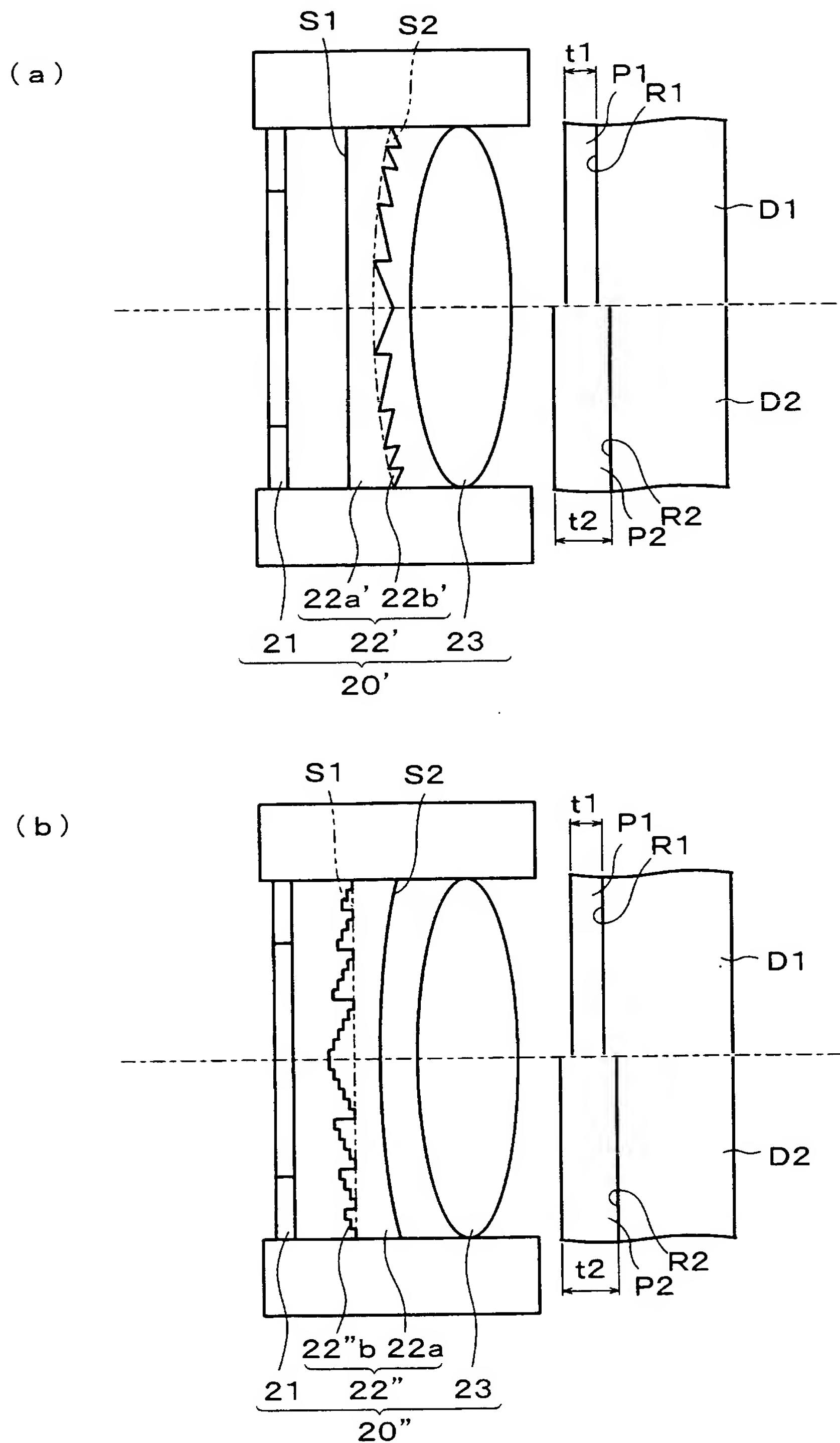
【図 2】



【図 3】

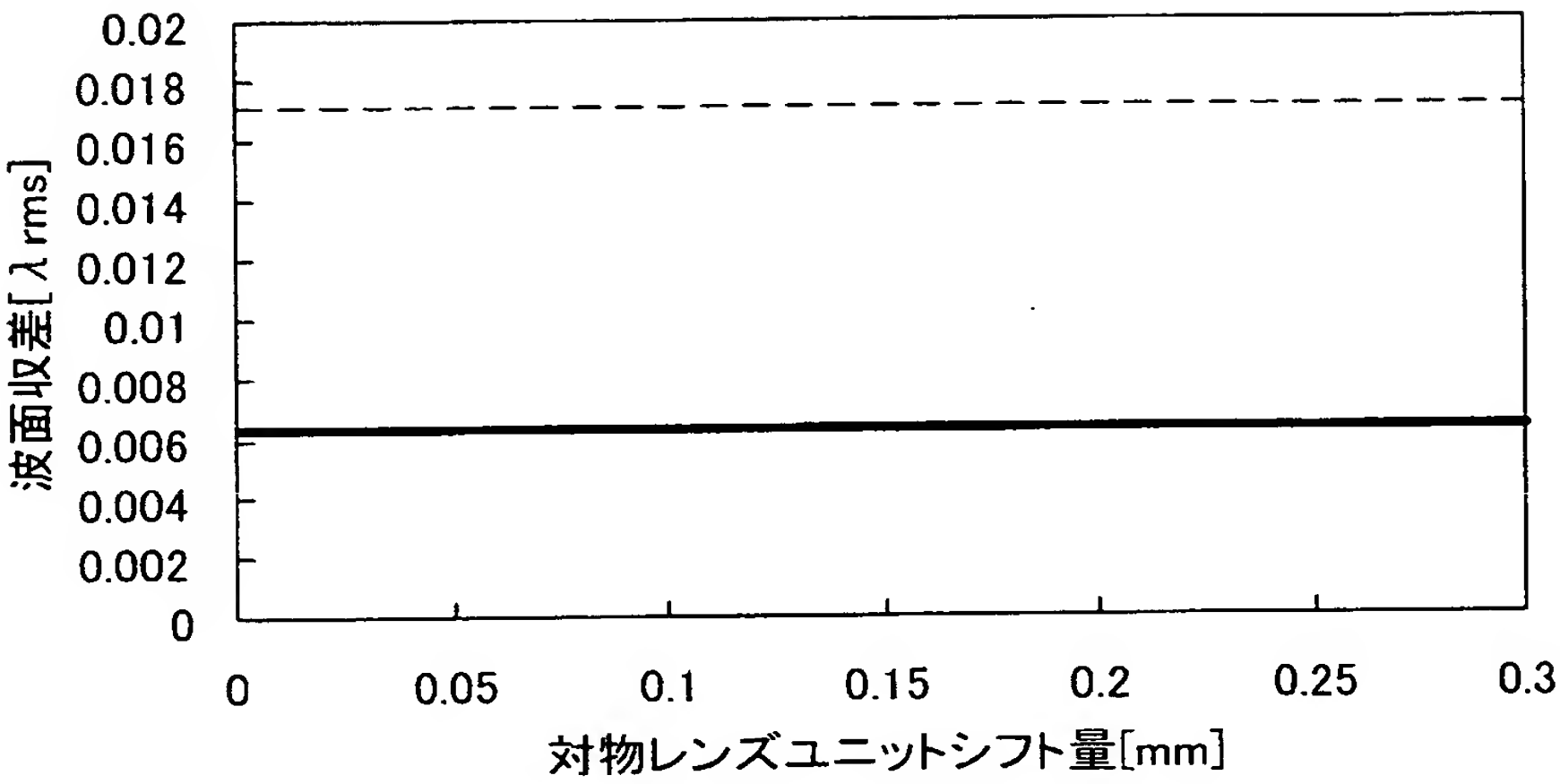


【図 4】

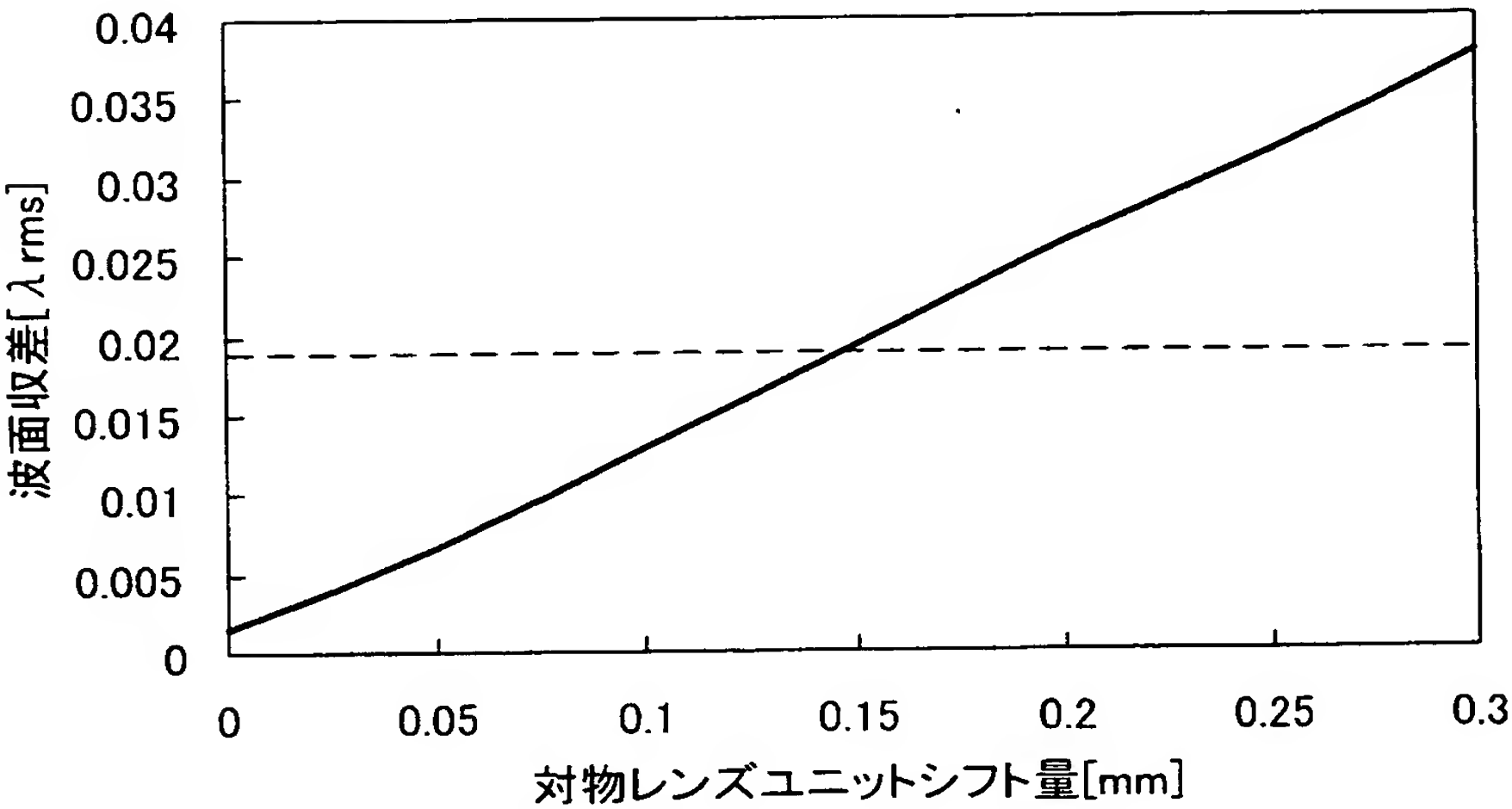


【図 5】

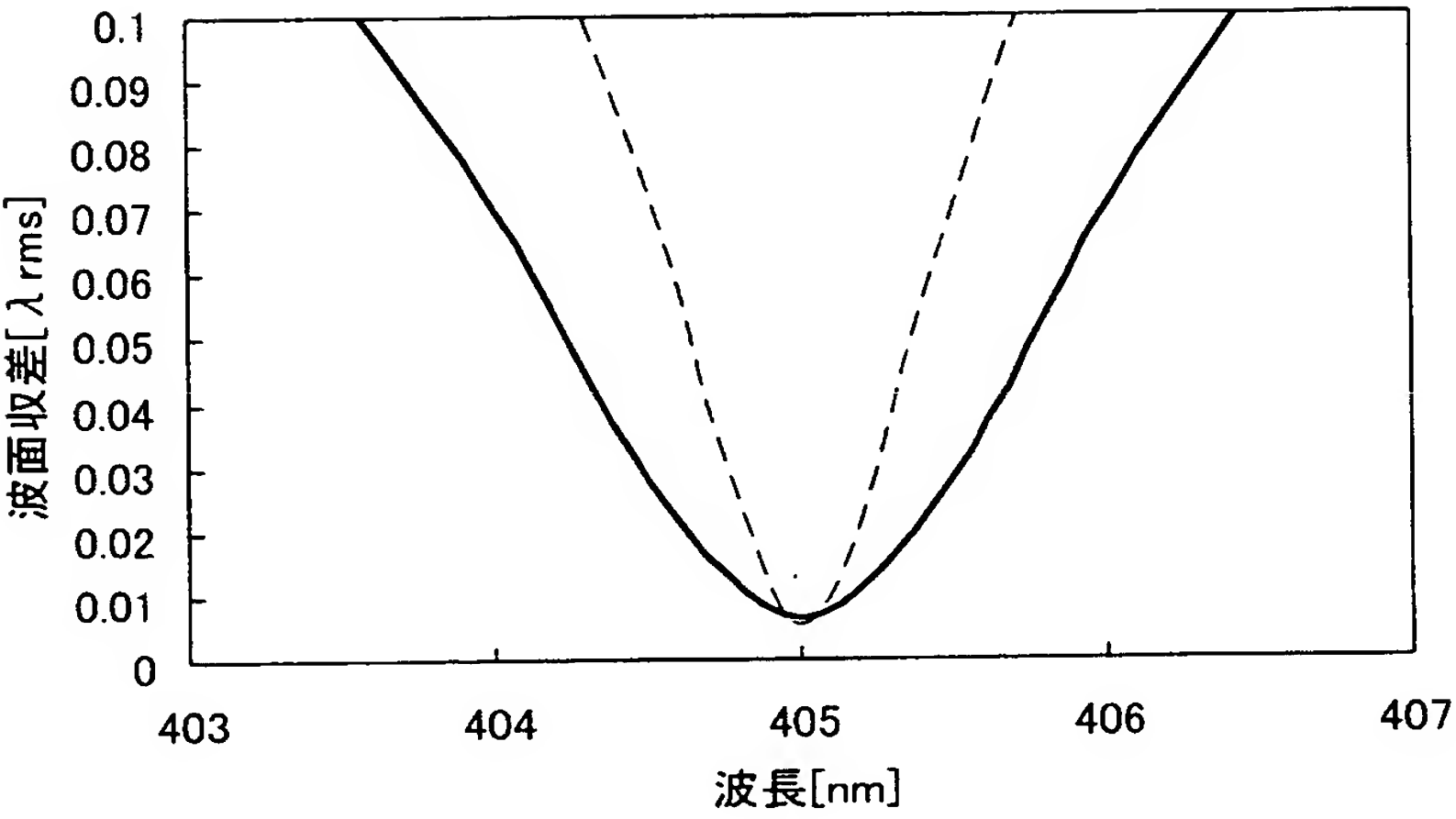
(a)



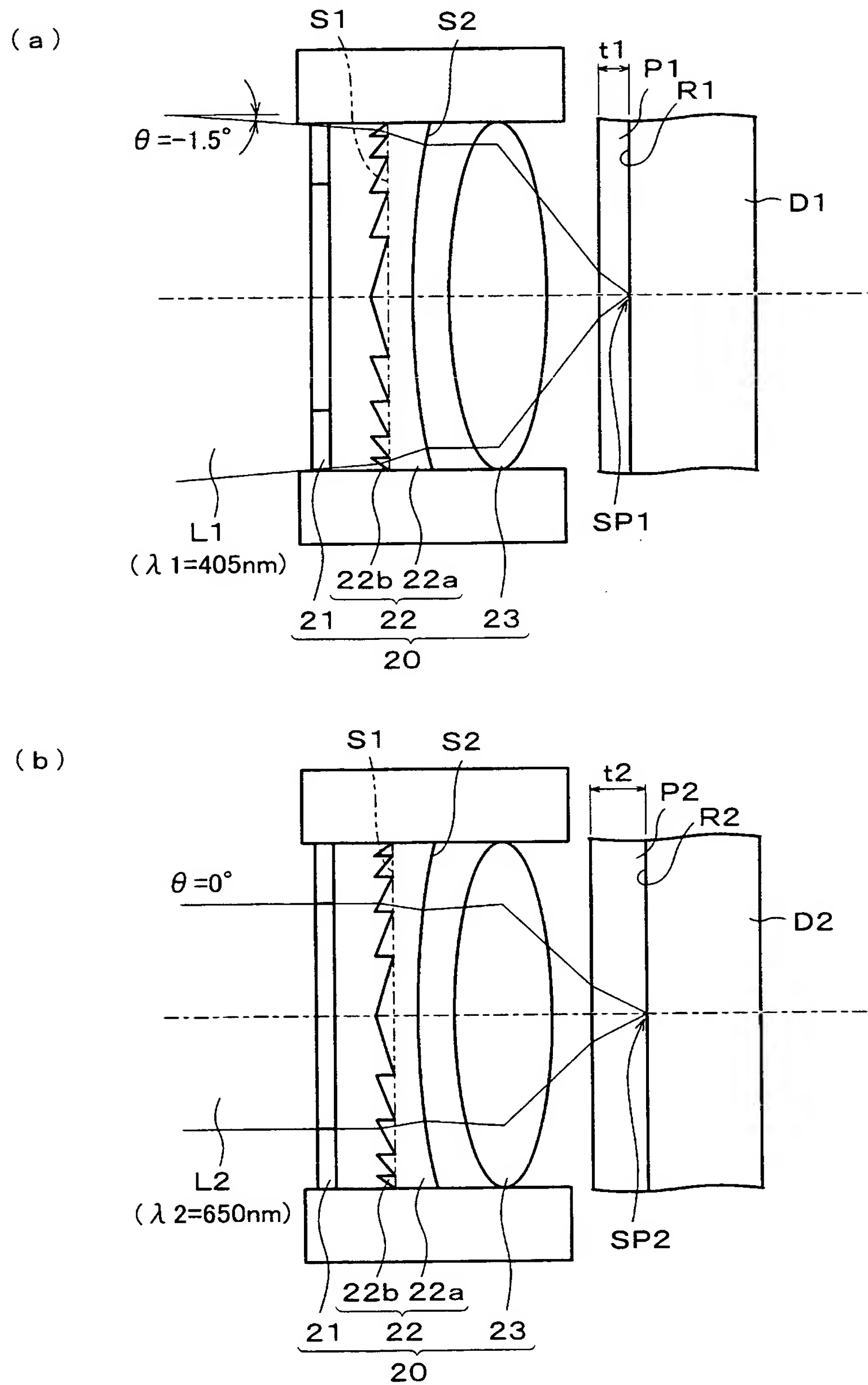
(b)



【図 6】

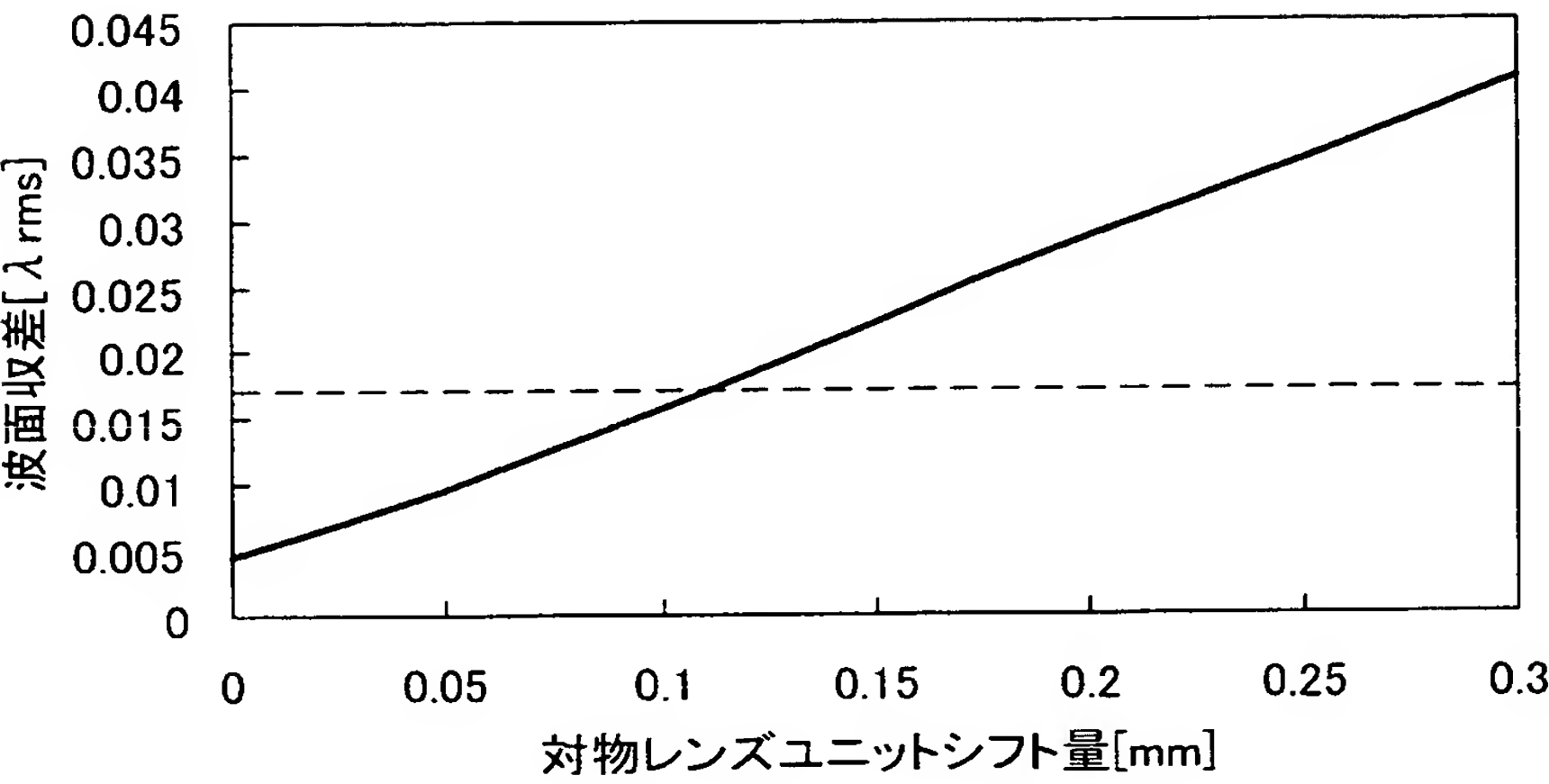


【図 7】

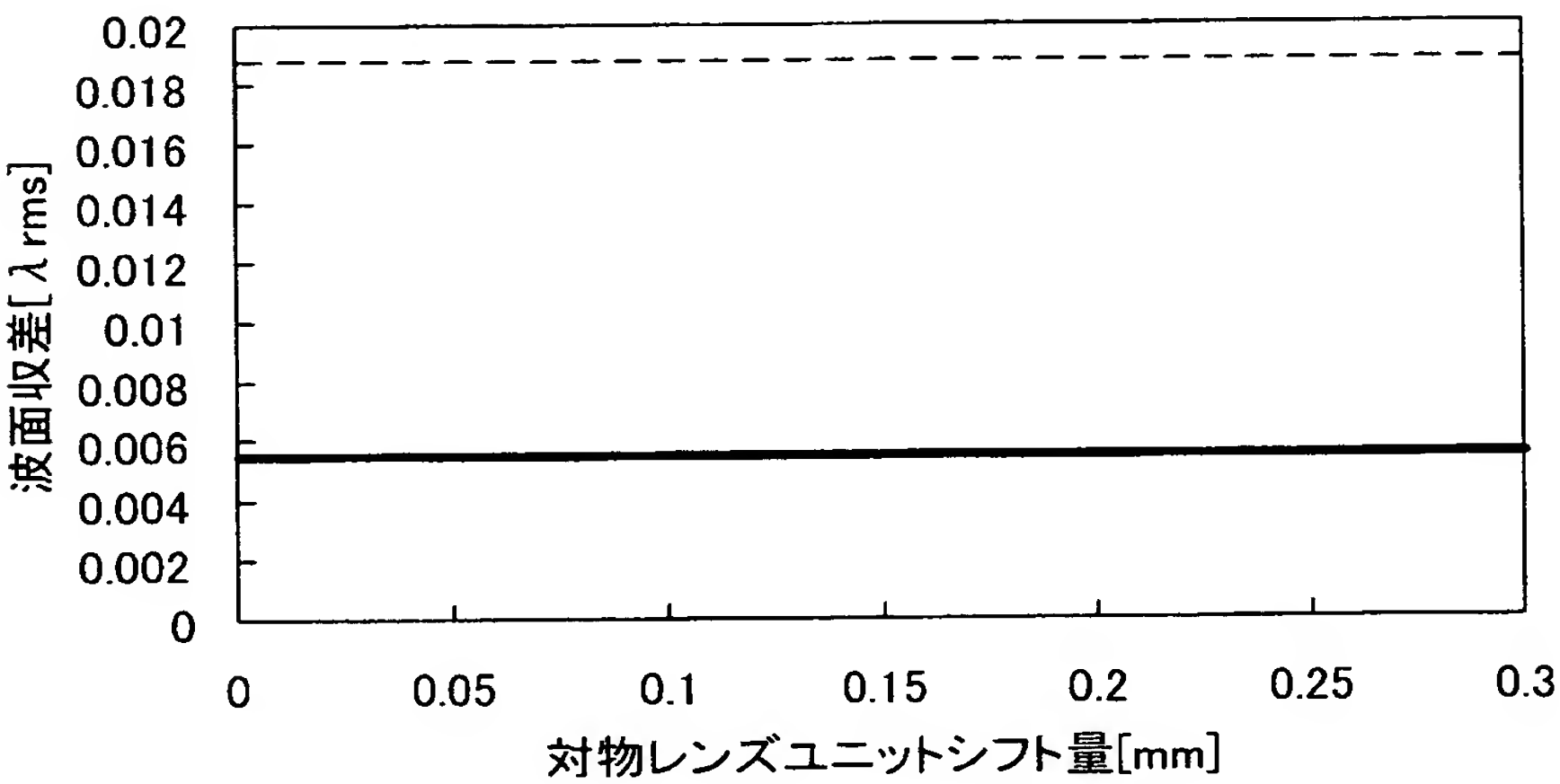


【図 8】

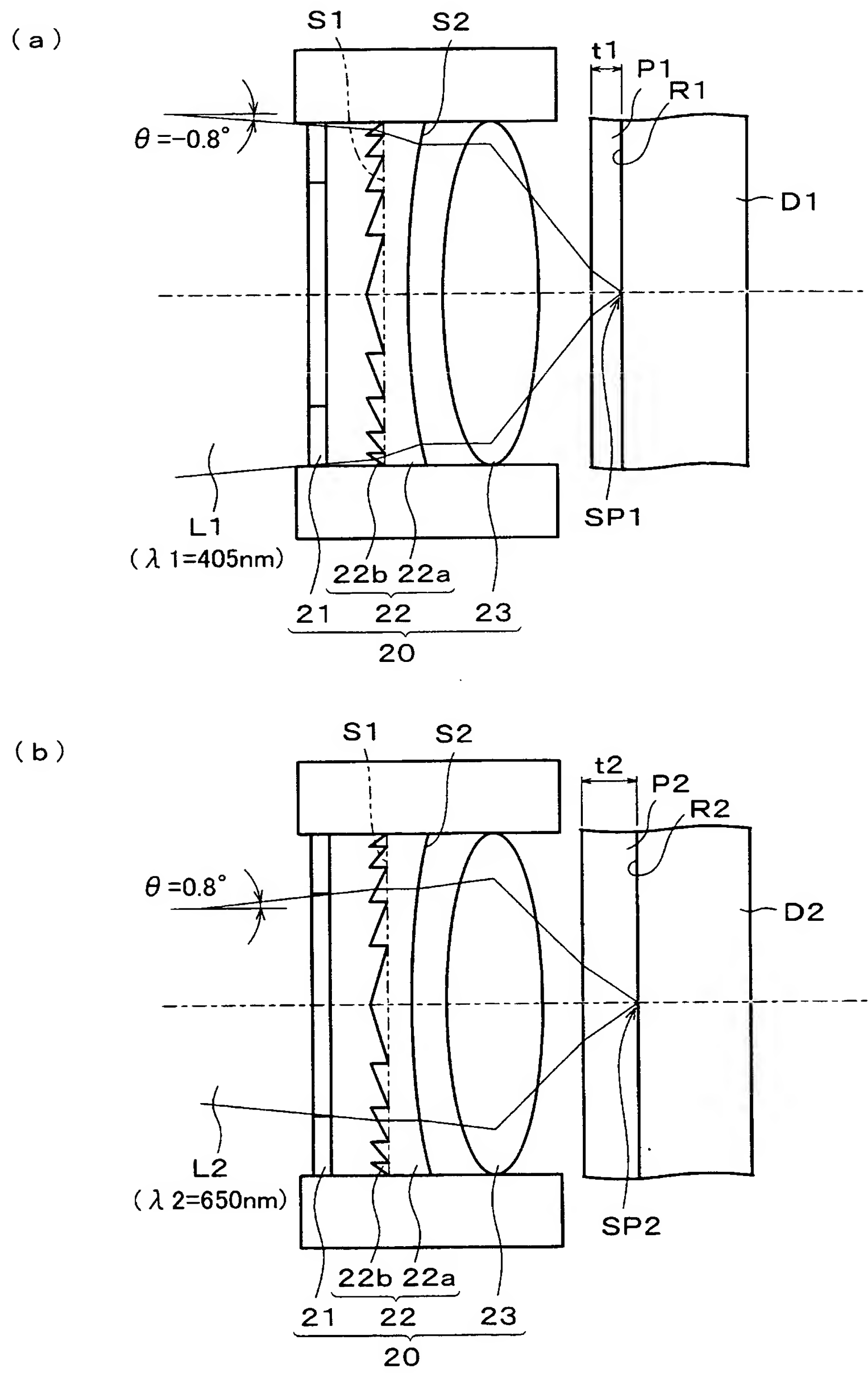
(a)



(b)

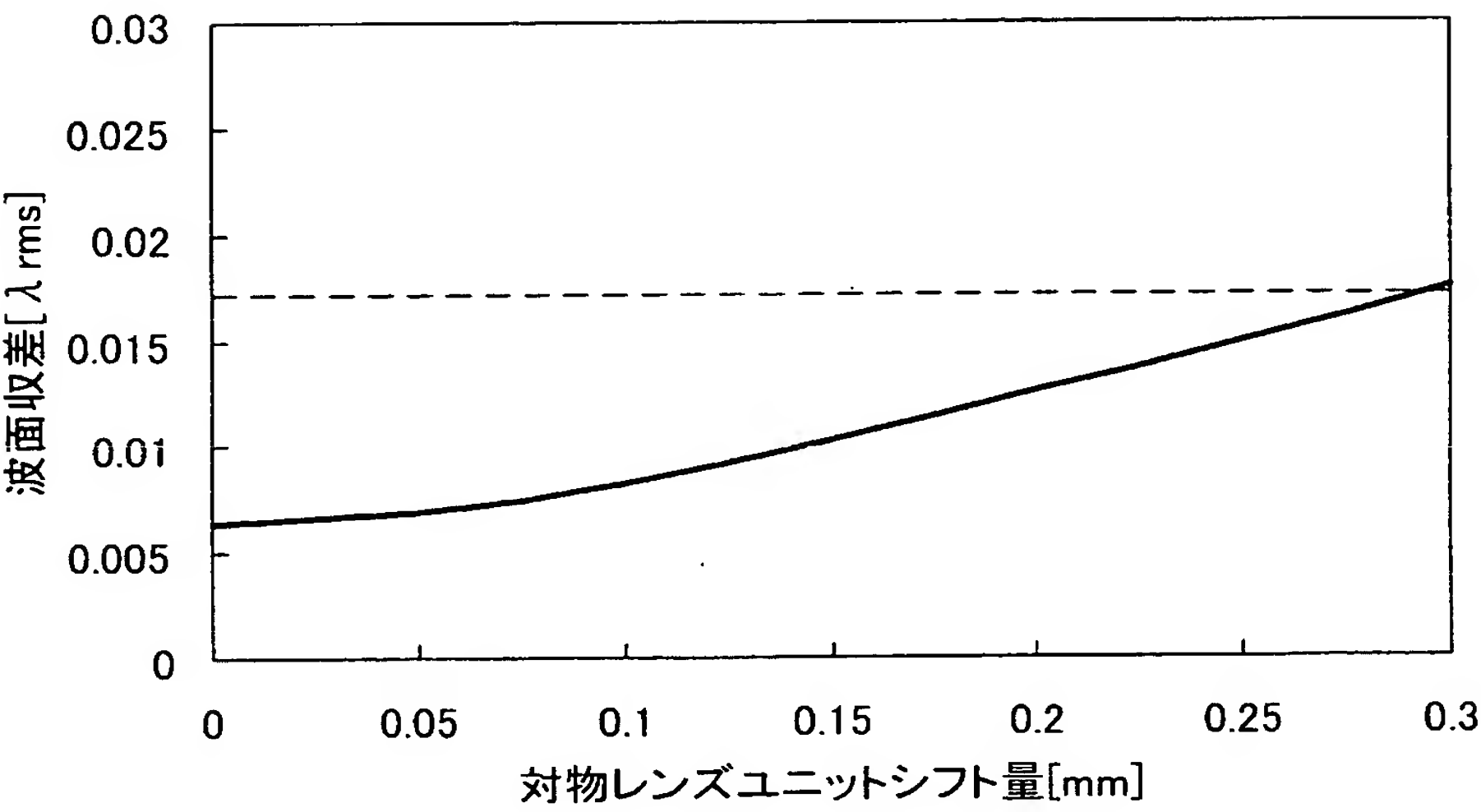


【図 9】

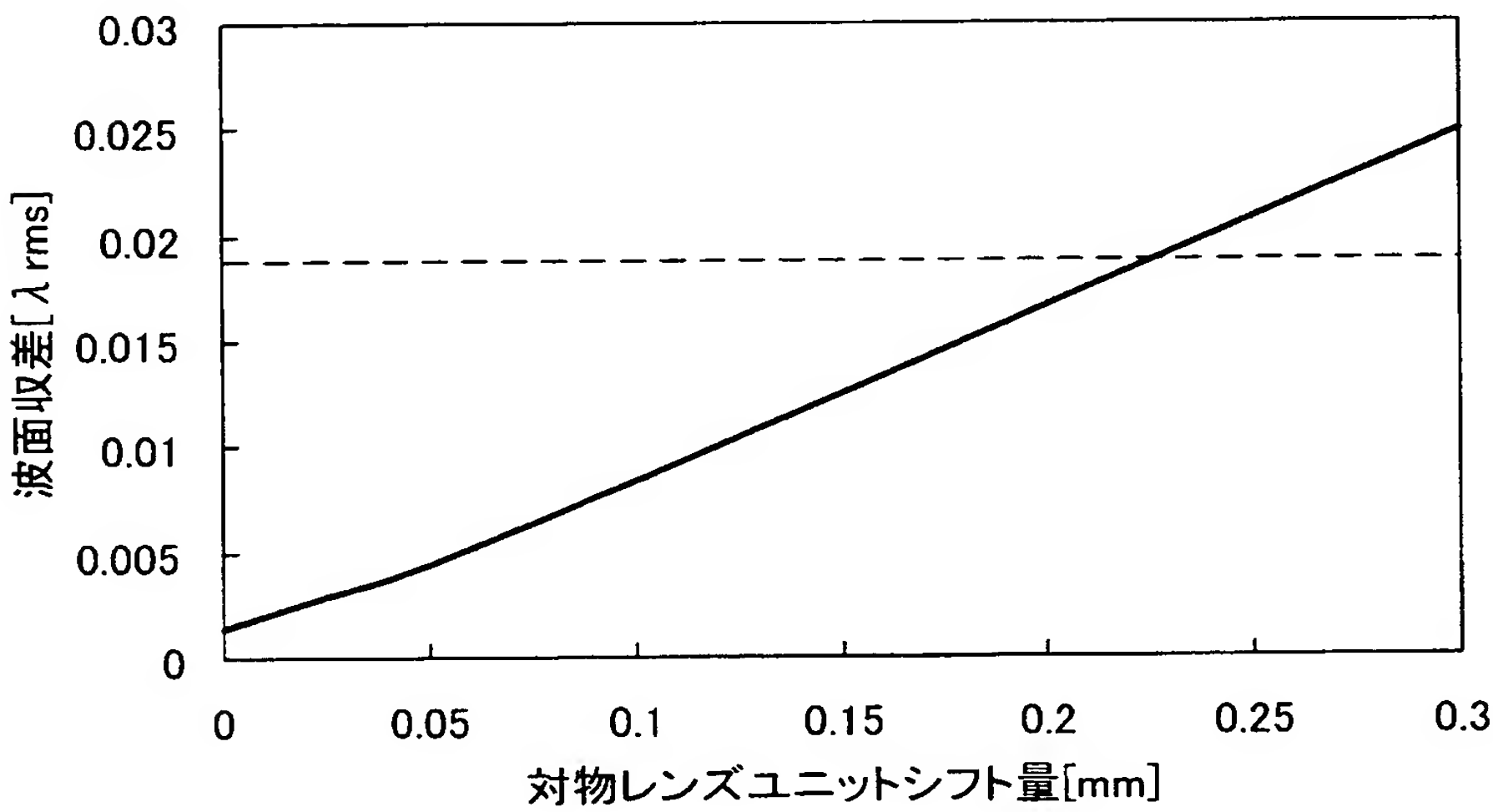


【図 1 0】

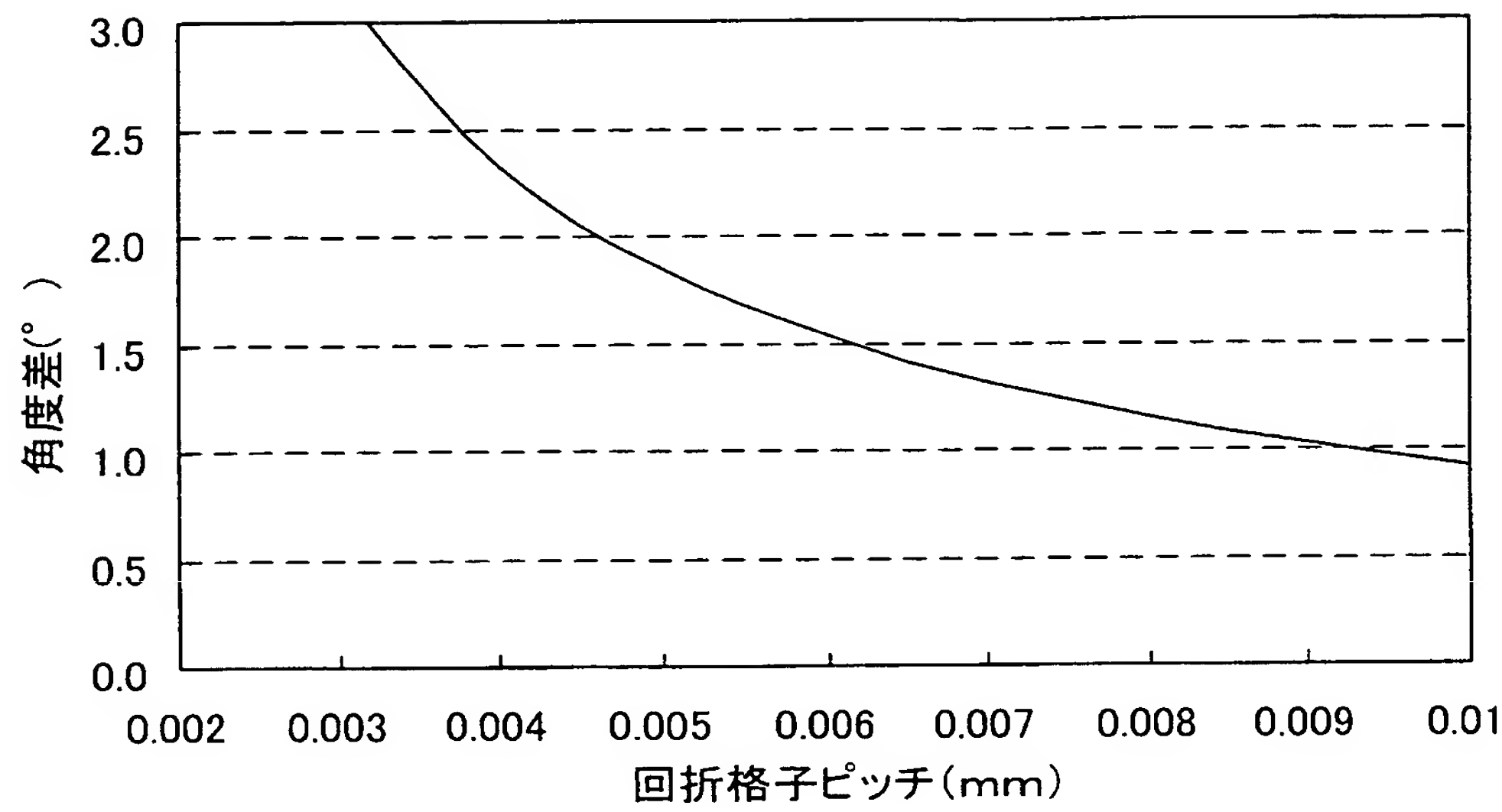
(a)



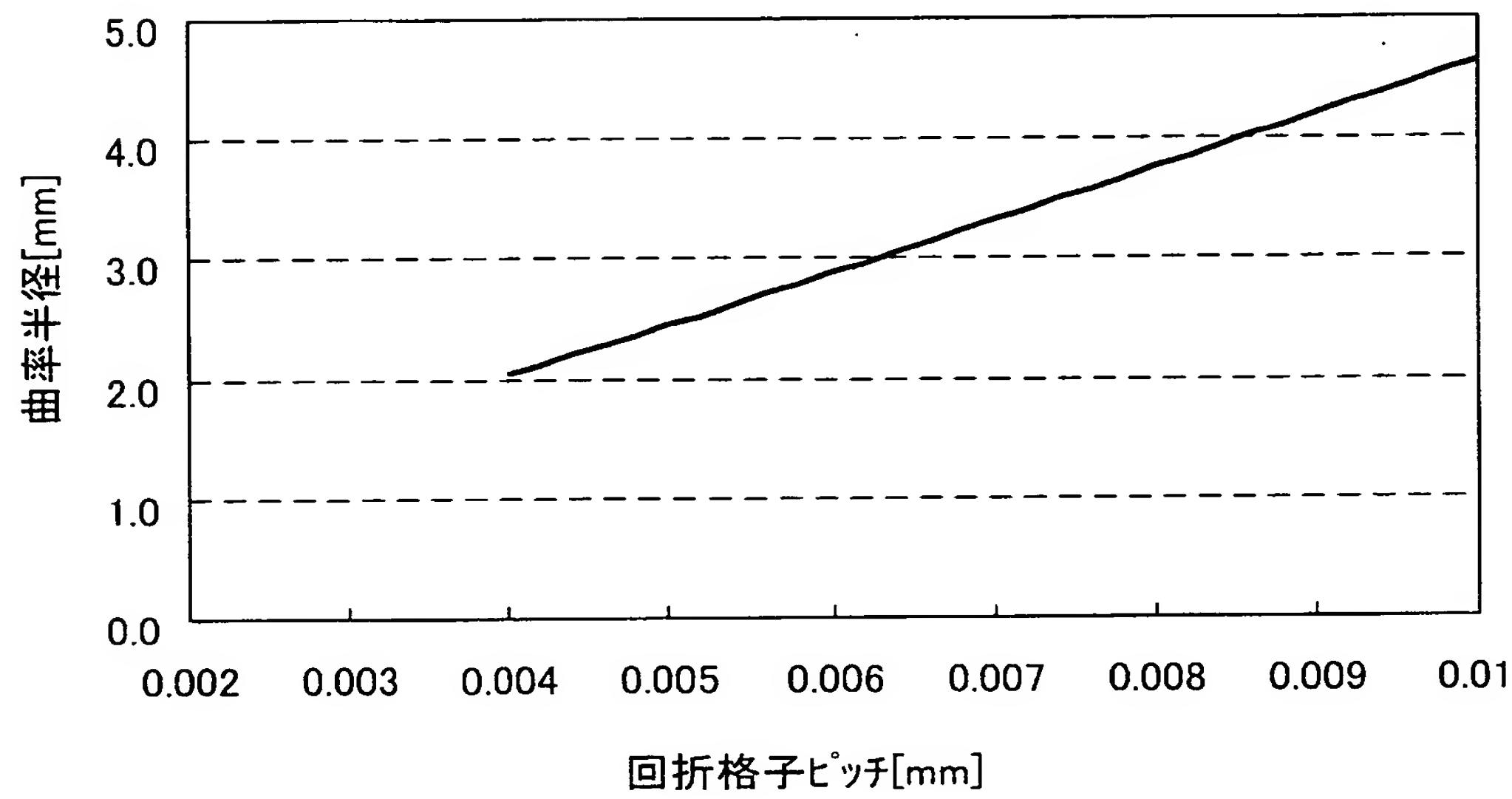
(b)



【図 1 1】



【図 1 2】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 光透過層の厚さ及び再生に最適な波長の異なる記録媒体に情報の記録再生が可能であるとともに、作製しやすく、かつ、集光する光ビームの収差を十分に小さくすることができる光ピックアップを提供する。

【解決手段】 入射した第 1 及び第 2 光ビーム $L_1 \cdot L_2$ を回折させ、かつ、屈折させて出射する回折光学素子 22 と、回折光学素子 22 から出射された第 1 及び第 2 光ビーム $L_1 \cdot L_2$ のそれぞれ所定回折次数の回折光を、それぞれ第 1 及び第 2 光ディスク $D_1 \cdot D_2$ の情報記録面 $R_1 \cdot R_2$ に対して集光し、光スポット $SP_1 \cdot SP_2$ を形成する対物レンズとを備え、第 1 光ビーム L_1 と第 2 光ビーム L_2 とが、互いに収束又は発散度合いの異なる光ビームとして回折光学素子 22 に入射するように光ピックアップ 1 を構成する。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 2 - 3 0 2 2 3 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 0 4 9]

1. 変更新月日

1 9 9 0 年 8 月 2 9 日

・ [変更理由]

新規登録

住 所

大阪府大阪市阿倍野区长池町 2 2 番 2 2 号

氏 名

シャープ株式会社